

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-233124  
(43)Date of publication of application : 22.08.2003

1)Int.Cl. G03B 21/00  
G02F 1/13  
G02F 1/13357  
G03B 33/12

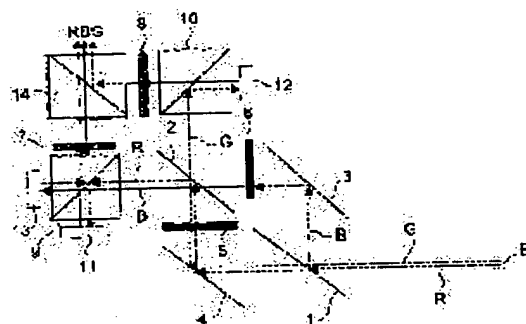
1)Application number : 2002-034859 (71)Applicant : MINOLTA CO LTD  
2)Date of filing : 13.02.2002 (72)Inventor : HAYASHI KOTARO  
MASUBUCHI YUICHI  
TAGUCHI TOMOKAZU

## 1) PROJECTION OPTICAL SYSTEM

### 7)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a compact and efficient projection optical system which can obtain a high-contrast beautiful image although basic arrangement is nearly the same as before, at a low cost.

**SOLUTION:** A first polarization beam splitter has  $\leq 0.3\%$  mean transmissivity to S-polarized light in the wavelength range of red light R and 0.3 to 2% mean transmissivity to S-polarized light in the wavelength range of blue light B. Or a second polarization beam splitter has  $\leq 0.3\%$ , preferably,  $\leq 0.1\%$  mean transmissivity to S-polarized light in the wavelength range of green light G and 0.1 to 10%, preferably, 0.3 to 10% mean transmissivity to S-polarized light in the wavelength range of the blue light B.



## GAL STATUS

ate of request for examination]  
ate of sending the examiner's decision of rejection]  
ind of final disposal of application other than the  
aminer's decision of rejection or application converted  
gistration]  
ate of final disposal for application]  
atent number]  
ate of registration]  
umber of appeal against examiner's decision of  
ection]  
ate of requesting appeal against examiner's decision of

NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any  
 damages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

\*\*\* shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

## AIMS

aim(s)]

aim 1] About the illumination light which polarized mostly, the light of the 1st wavelength region, and the light of the 2nd wavelength region, The 1st color separation mirror which reflects one side of the light of the 3rd wavelength region, is made to penetrate another side, and is separated, 1/2 wavelength plate which is made to penetrate the light of the 1st wavelength region and the light of the 2nd wavelength region, or the light of said 3rd wavelength region, and is made to rotate the polarization direction, Reflect the light of said 1st wavelength region, or make it penetrate, and make the light of said 2nd wavelength region, and the light of the 3rd wavelength region penetrate, or it reflects. this -- the light of the 1st wavelength region, and the light of the 3rd wavelength region -- compounding -- and -- this -- with the light of the 1st wavelength region, and the light of the 3rd wavelength region carry out incidence as illumination light. It has the 2nd polarization beam splitter in which the light of said 2nd wavelength region carries out incidence as illumination light. Said 1st polarization beam splitter Reflect one side among the illumination light of said 1st and 3rd wavelength regions, another side is made to penetrate, and the 1st and 3rd reflective mold liquid crystal display components are illuminated, respectively. Said 2nd polarization beam splitter It is the projection optical system in which is made to reflect or penetrate the illumination light of said 2nd wavelength region, and illuminates the 2nd wavelength region. In the projection optical system equipped with the synthetic polarization beam splitter which compounds the projection light from said 1st and 3rd reflective mold liquid crystal display components, and the projection light from said 2nd reflective mold liquid crystal display component As opposed to the wavelength region in which, as for said 1st polarization beam splitter, the illumination light was reflected by this polarization beam splitter the average transmission coefficient of S polarization 0.3% or less, The average transmission coefficient of S polarization is 0.3% - 2% to the wavelength region where the illumination light penetrated by said 1st polarization beam splitter. For the average transmission coefficient of S polarization, the average transmission coefficient of S polarization is [ said 2nd polarization beam splitter ] the projection optical system to which it is characterized by being 0.1% - 10% to the 0.3% or less, said 1st, or 3rd light of a wavelength region to the light of said 1st wavelength region.

aim 2] About the illumination light which polarized mostly, the light of the 1st wavelength region, and the light of the 2nd wavelength region, The 1st color separation mirror which reflects one side of the light of the 3rd wavelength region, is made to penetrate another side, and is separated, 1/2 wavelength plate which is made to penetrate the light of the 1st wavelength region and the light of the 2nd wavelength region, or the light of said 3rd wavelength region, and is made to rotate the polarization direction, Reflect the light of said 1st wavelength region, or make it penetrate, and make the light of said 2nd wavelength region, and the light of the 3rd wavelength region penetrate, or it reflects. this -- the light of the 1st wavelength region, and the light of the 3rd wavelength region -- compounding -- and -- this -- with the light of the 1st wavelength region, and the light of the 3rd wavelength region carry out incidence as illumination light. It has the 2nd polarization beam splitter in which the light of said 2nd wavelength region carries out incidence as illumination light. Said 1st polarization beam splitter Reflect one side among the illumination light of said 1st and 3rd wavelength regions, another side is made to penetrate, and the 1st and 3rd reflective mold liquid crystal display components are illuminated, respectively. Said 2nd polarization beam splitter It is the projection optical system in which is made to reflect or penetrate the illumination light of said 2nd wavelength region, and illuminates the 2nd wavelength region. In the projection optical system equipped with the synthetic polarization beam splitter which compounds the projection light from said 1st and 3rd reflective mold liquid crystal display components, and the projection light from said 2nd reflective mold liquid crystal display component Projection optical system characterized by having arranged the trimming filter which cuts the light of said 1st or 3rd wavelength

ion into a location just before the li of said 2nd wavelength region carries out dence to said 2nd polarization m splitter.

aim 3] Projection optical system according to claim 1 or 2 characterized by having arranged the trimming filter ich cuts the light of said 2nd wavelength region into the location in front of said 1st or 3rd reflective mold liquid stal display component.

aim 4] Projection optical system according to claim 1 to 3 characterized by considering said each polarization beam tter as the configuration pasted up through glass material.

---

anslation done.]

NOTICES \*

Japanese Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.  
 \*\*\* shows the word which can not be translated.  
 In the drawings, any words are not translated.

## TAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[01] [Field of the Invention] This invention relates to the projection optical system which projects the image of a reflective mold liquid crystal display component.

[02] [Description of the Prior Art] Conventionally, as such projection optical system, the thing of a configuration of carrying out color separation of the polarization flux of light with a dichroic mirror (color separation mirror) and a wavelength selective (phase plate), considering as the illumination light, carrying out color composition of this by the reflective mold liquid crystal display component and the polarization beam splitter, and considering as projection light is used as indicated by JP,11-271683,A, for example.

[03] [Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the conventional configuration which was mentioned above, the transmitted light way where the colored light of no less than two colors penetrates one color separation mirror among colored light of three colors of the red light R, green light G, and blue glow B is formed. On a transmitted light way, the property of a color separation mirror, since several% of reflected light occurs, it becomes so disadvantageous that there is many colored light which penetrates a color separation mirror. Since especially the blue glow B has the composition that plane of polarization differs from the red light R and green light G, several% of reflected light carries incidence of it to polarization beam splitters other than a predetermined polarization beam splitter, and it makes the contrast of an image fall.

[04] In view of such a trouble, though the fundamental configuration is the same as usual, this invention can obtain an image high [ more ] contrast and beautiful, moreover, is compact and aims at offering efficient projection optical system at low cost.

[05] [Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, in this invention, about the illumination light which polarized mostly The light of the 1st wavelength region, and the light of the 2nd wavelength region, The 1st color separation mirror which reflects one side of the light of the 3rd wavelength region, is made to penetrate another side, and is separated, 1/2 wavelength plate which is made to penetrate the light of said 1st wavelength region and the light of the 2nd wavelength region, or the light of said 3rd wavelength region, and is made to rotate the polarization direction, Reflect the light of said 1st wavelength region, or make it penetrate, and make the light of said 1st wavelength region, and the light of the 3rd wavelength region penetrate, or it reflects. The 2nd color separation mirror which compounds the light of the 1st wavelength region, and the light of the 3rd wavelength region, and separates the light of the 2nd wavelength region, The 1st polarization beam splitter in which the light of said 1st wavelength region and the light of the 3rd wavelength region carry out incidence as illumination light, It has the 2nd polarization beam splitter in which the light of said 2nd wavelength region carries out incidence as illumination light. The 1st polarization beam splitter Reflect one side among the illumination light of said 1st and 3rd wavelength regions, other side is made to penetrate, and the 1st and 3rd reflective mold liquid crystal display components are illuminated, respectively. Said 2nd polarization beam splitter It is the configuration which is made to reflect or penetrate the illumination light of said 2nd wavelength region, and illuminates the 2nd reflective mold liquid crystal display component. In the configuration equipped with the synthetic polarization beam splitter which compounds the projection light from said 1st and 3rd reflective mold liquid crystal display components, and the projection light from said 2nd reflective mold liquid crystal display component As opposed to the wavelength region in which, as for said 1st polarization beam splitter, the illumination light was reflected by the 1st polarization beam splitter the average

transmission coefficient of S polarization is 0.3% or less, The average transmission coefficient of S polarization is 0.3% - 10% to the wavelength region where the illumination light penetrated the 1st polarization beam splitter. As for said 2nd polarization beam splitter, the average transmission coefficient of S polarization is characterized by the average transmission coefficient of S polarization being 0.1% - 10% to the light of said 1st or 3rd wavelength region 0.3% or less to the light of said 2nd wavelength region.

[006] About the illumination light which polarized mostly, moreover, light of the 1st wavelength region and light of the 2nd wavelength region, The 1st color separation mirror which reflects one side of the light of the 3rd wavelength region, is made to penetrate another side, and is separated, 1/2 wavelength plate which is made to penetrate the light of the 1st wavelength region and the light of the 2nd wavelength region, or the light of said 3rd wavelength region, and is made to rotate the polarization direction, Reflect the light of said 1st wavelength region, or make it penetrate, and make the light of said 2nd wavelength region, and the light of the 3rd wavelength region penetrate, or it reflects. The 2nd color separation mirror which compounds the light of the 1st wavelength region, and the light of the 3rd wavelength region, and separates the light of the 2nd wavelength region, The 1st polarization beam splitter in which the light of said 2nd wavelength region and the light of the 3rd wavelength region carry out incidence as illumination light, It has the 2nd polarization beam splitter in which the light of said 2nd wavelength region carries out incidence as illumination light. The 1st polarization beam splitter Reflect one side among the illumination light of said 1st and 3rd wavelength regions, the other side is made to penetrate, and the 1st and 3rd reflective mold liquid crystal display components are illuminated, respectively. Said 2nd polarization beam splitter It is the configuration which is made to reflect or penetrate the illumination light of said 2nd wavelength region, and illuminates the 2nd reflective mold liquid crystal display component. In the configuration equipped with the synthetic polarization beam splitter which compounds the projection light from said 1st and 3rd reflective mold liquid crystal display components, and the projection light from said 2nd reflective mold liquid crystal display component It is characterized by having arranged the trimming filter which cuts the light of said 1st or 3rd wavelength region into a location just before the light of said 2nd wavelength region carries out incidence to said 2nd polarization beam splitter.

[007] Moreover, it is characterized by having arranged the trimming filter which cuts the light of said 2nd wavelength region into the location in front of said 1st or 3rd reflective mold liquid crystal display component.

[008] Moreover, it is characterized by considering said each polarization beam splitter as the configuration pasted up on enough glass material.

[009] [Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained, referring to a drawing. Drawing 1 is drawing showing typically one fundamental configuration of the color separation and the synthetic optical system concerning the projection optical system of this invention. In this drawing, the arrow head of a continuous line shows P polarization, and the polarization direction is perpendicular to space. Moreover, the arrow head of a broken line shows S polarization, and the polarization direction is perpendicular to space. Furthermore, the arrow head of an alternate long and short dash line shows mixture of P polarization and S polarization.

[010] First, as step is kept with S polarization with uniform intensity distribution and it is shown in this drawing from the method of the right of drawing according to the integrator mentioned later and polarization conversion optical system, incidence of the light from the light source which is not illustrated is carried out to the 1st color separation mirror 1. The 1st color separation mirror 1 is a Blue reflective mirror, the red light R and green light G penetrate, and the blue glow B is reflected. After being reflected by the bending mirror 4, penetrating the polarizing plate 5 and being able to arrange the polarization direction completely, incidence of the red light R which penetrated the 1st color separation mirror 1, and the green light G is carried out to the 2nd color separation mirror 2.

[011] On the other hand, after being reflected by the bending mirror 3, penetrating the phase plate 6 (the monolayer for the light, or multilayer phase plate) which is 1/2 wavelength plate, rotating the 90 degrees of the polarization directions and converting P polarization, incidence of the blue glow B reflected by the 1st color separation mirror 1 is carried out to the 2nd color separation mirror 2. The polarizing plate which makes P polarization penetrate just before this 2nd color separation mirror 2 may be arranged. The 2nd color separation mirror 2 is a Red reflective mirror, blue glow B and green light G penetrate, and the red light R is reflected.

[012] Incidence of the red light R reflected by the 2nd color separation mirror 2 and the blue glow B which penetrated the 2nd color separation mirror 2 is carried out to the 1st polarization beam splitter 9. Here, since the red light R is S polarization, it is reflected by the 1st polarization beam splitter 9, and it illuminates the 1st reflective mold liquid crystal display component 11. Moreover, since blue glow B is P polarization, it penetrates the 1st polarization beam splitter 9, and it illuminates the 3rd reflective mold liquid crystal display component 13. On the other hand, incidence of the green light G which penetrated the 2nd color separation mirror 2 is carried out to the 2nd polarization beam splitter 10. Here,

ce green light G is S polarization, it is reflected by the 2nd polarization beam splitter 10, and it illuminates the 2nd reflective mold liquid crystal display component 12.

113] The red light R which illuminated the 1st reflective mold liquid crystal display component 11 is modulated for every pixel here. And after penetrating the 1st polarization beam splitter 9, penetrating the phase plate 7 (the monolayer blue, or multilayer phase plate) which is 1/2 wavelength plate, rotating the 90 degrees of the polarization directions again and becoming about S polarization (P polarization mixture), incidence of the ON light which rotated the 90 degrees of the polarization directions and turned into P polarization is carried out to the synthetic polarization beam splitter 14.

114] In addition, as for a phase plate 7, 1/2 wavelength plate with which a lagging axis accomplishes 45 degrees to P or S plane of polarization for example, in a monolayer mold is used. Moreover, in a two-layer mold, that to which the laminating of 1/2 wavelength plate with which a lagging axis accomplishes 22.5 degrees to P or S plane of polarization, and the 1/2 wavelength plate which accomplishes 67.5 degrees was carried out is used. Moreover, in addition to said two-layer mold, in a three-layer mold, that to which the laminating of the 1/2 wavelength plate with which a lagging axis accomplishes 0 times to P or S plane of polarization was carried out is used. Or that to which the laminating of 1/2 wavelength plate with which a lagging axis accomplishes 15 degrees to P or S plane of polarization, 1/2 wavelength plate which accomplishes 75 degrees, and the 1/2 wavelength plate which accomplishes 15 degrees was carried out is used.

115] Moreover, the green light G which illuminated the 2nd reflective mold liquid crystal display component 12 is modulated for every pixel here. And after it penetrates the 2nd polarization beam splitter 10, ON light which rotated the 90 degrees of the polarization directions and turned into P polarization penetrates the phase plate 8 (the monolayer for blue, or multilayer phase plate) which is 1/2 wavelength plate, and rotates the 90 degrees of the polarization directions again, and after becoming S polarization, they carry out incidence to the synthetic polarization beam splitter 14.

116] Furthermore, the blue glow B which illuminated the 3rd reflective mold liquid crystal display component 13 is modulated for every pixel here. And after being reflected by the 1st polarization beam splitter 9, ON light which rotated the 90 degrees of the polarization directions and turned into S polarization penetrates the phase plate 7 (like \*\*\*\* the monolayer for blue or a multilayer phase plate) which is 1/2 wavelength plate, and rotates the 90 degrees of the polarization directions again, and after becoming P polarization, they carry out incidence to the synthetic polarization beam splitter 14.

117] Finally, by the synthetic polarization beam splitter 14, the red light R, green light G, and blue glow B are compounded, and it injects to the projection optics mentioned later. This synthetic polarization beam splitter 14 makes P polarization penetrate to blue glow B, and has the property of the polarization beam splitter which reflects S polarization, and the property of a dichroic mirror of reflecting green light G (S polarization) and making the red light R (P polarization) penetrating. It mentions later in detail. Therefore, in the synthetic polarization beam splitter 14, the blue glow B which is the red light R which is S polarization, and P polarization penetrates, the green light G which is S polarization is reflected, and three colors are compounded.

118] By the way, as mentioned above, between the 1st polarization beam splitter 9 and the synthetic polarization beam splitter 14, the phase plate 7 which is 1/2 wavelength plate is arranged. Because, the colored light (this configuration blue glow B) which is illumination light of the side which penetrates the 1st polarization beam splitter 9 is in the condition that not only ON light but OFF light (P polarization) was mixed completely and that contrast is low, in the phase which it was reflected by the 1st polarization beam splitter 9 through the 3rd reflective mold liquid crystal display component 13, and was injected. Then, after rotating the 90 degrees of the polarization directions of the colored light of a through lever for 1/2 wavelength plate, by making the synthetic polarization beam splitter 14 penetrate, OFF light is cut and it becomes high contrast.

119] Drawing 2 is drawing showing the 1st operation gestalt of the projection optical system of this invention. This operation gestalt is based on one fundamental configuration mentioned above. It sets to this drawing, and it is reflected and condensed with a reflector 16 and incidence of the light from the light source 15 is carried out to an integrator and polarization conversion optical system. An integrator and polarization conversion optical system consist of the 1st lens array 17, the bending mirror 18, the 2nd lens array 19, an PBS array 20, and a superposition lens 22. On the PBS array, the phase plate 21 is arranged in the shape of a stripe. The illumination-light study system is accomplished according to these light sources 15 and a reflector 16, and an integrator and polarization conversion optical system.

120] The light injected through this integrator and polarization conversion optical system passes the color separation and the synthetic optical system mentioned above, and is projected on the screen which is not illustrated through the projection optics 28. In addition, with this operation gestalt, the 1st condenser lens 23 is arranged just before a polarizing plate 5, and the 2nd condenser lens 24 is arranged just before the phase plate 6, respectively. About this, it

ntions later. Moreover, the quarter-length plates 25, 26, and 27 only for [ e colors are arranged by the ect for contrast amendment just before the reflective mold liquid crystal display components 11, 12, and 13, pectively.

[21] Moreover, in this drawing, a normal light required for image projection is expressed with the arrow head of a continuous line, and unnecessary light is expressed with the arrow head of a broken line. As shown in this drawing, the light which came out of the light source and passed an integrator and polarization conversion optical system mainly consists of red light RS which is S polarization with normal light, respectively, green light GS, and blue glow BS, and red light RP which is P polarization with unnecessary light, respectively, green light GP, and blue glow BP are arranged partially. And the red light RP which is the red light RS which is normal light, green light GS, and unnecessary light when these carry out incidence to the 1st color separation mirror 1, and green light GP penetrate and add this, toward a mirror 4, it will be reflected here, the blue glow BP which is the blue glow BS and unnecessary light which are normal light will bend, and it will go to a mirror 3.

[22] Drawing 3 is the principal part enlarged drawing of the color separation and the synthetic optical system in this projection gestalt. As shown in this drawing, the red light RS which is normal light among the light which has passed through the 1st condenser lens 23 from the above-mentioned bending mirror 4, and green light GS penetrate a polarizing beam splitter 5. And green light GS penetrates the 2nd color separation mirror 2, and goes to the 2nd polarization beam splitter 9. Moreover, it is reflected by the 2nd color separation mirror 2, and the red light RS goes to the 1st polarization beam splitter 9.

[23] Moreover, the blue glow BS which is the normal light which has passed through the 2nd condenser lens 24 from above-mentioned bending mirror 3 penetrates a phase plate 6, and polarization conversion is carried out at blue glow BS. And the blue glow BP which is normal light penetrates the 2nd color separation mirror 2, and goes to the 1st polarization beam splitter 9. In addition, it is reflected in part by the 2nd color separation mirror 2, and blue glow BP goes to the 2nd polarization beam splitter 10 as an unnecessary light.

[24] In addition, in case the red light RS which is normal light is reflected by the 2nd color separation mirror 2, the red light RP whose polarization is turbulence and unnecessary light a little occurs. Moreover, in case the green light GS which is normal light penetrates the 2nd color separation mirror 2, the green light GP whose polarization is turbulence and unnecessary light a little occurs. In order to cut such unnecessary light substantially, the die clo IKKU amendment phase plate 30 is arranged just before the 2nd polarization beam splitter 10, respectively just before the die clo IKKU amendment phase plate 29 and the 1st polarization beam splitter 9.

[25] It is reflected here and the red light RS which carried out incidence to the 1st polarization beam splitter 9 and which is normal light goes to the 1st reflective mold liquid crystal display component 11. Moreover, the blue glow BP which is the normal light which carried out incidence to the 1st polarization beam splitter 9 penetrates this, and goes to the 3rd reflective mold liquid crystal display component 13. In addition, it is reflected in part by the 1st polarization beam splitter 9, and blue glow BP goes to the 1st reflective mold liquid crystal display component 11 as an unnecessary light. On the other hand, it is reflected here and the green light GS which is the normal light which carried out incidence to the 2nd polarization beam splitter 10 goes to the 2nd reflective mold liquid crystal display component 12.

[26] It becomes irregular for every pixel here, and the red light RS which carried out incidence to the 1st reflective mold liquid crystal display component 11 and which is normal light is injected to the 1st polarization beam splitter 9 as red light RS (OFF light) which is the red light RP (ON light) which is normal light, and unnecessary light. The blue glow BP which carried out incidence to the 1st reflective mold liquid crystal display component 11 and which is unnecessary light is similarly injected to the 1st polarization beam splitter 9.

[27] Moreover, it becomes irregular for every pixel here, and the blue glow BP which is the normal light which carried out incidence to the 3rd reflective mold liquid crystal display component 13 is injected to the 1st polarization beam splitter 9 as blue glow BP (OFF light) which is the blue glow BS (ON light) and unnecessary light which are normal light. On the other hand, it becomes irregular for every pixel here, and the green light GS which is the normal light which carried out incidence to the 2nd reflective mold liquid crystal display component 12 is injected to the 2nd polarization beam splitter 10 as green light GS (OFF light) which is the green light GP (ON light) and unnecessary light which are normal light. The blue glow BP which carried out incidence to the 2nd reflective mold liquid crystal display component 12 and which is unnecessary light is similarly injected to the 2nd polarization beam splitter 10.

[28] The red light RS which is unnecessary light among the light which carried out incidence to the 1st polarization beam splitter 9 from the 1st reflective mold liquid crystal display component 11 is cut here, and only the blue glow BP which is the red light RP which is normal light, and unnecessary light penetrates this, and it goes to the synthetic polarization beam splitter 14. Moreover, it is reflected here and the blue glow BP which is the blue glow BS and unnecessary light which carried out incidence to the 1st polarization beam splitter 9 from the 3rd reflective mold liquid

stal display component 13, and where normal light goes to the synthetic polarization beam splitter 14. On the other hand, the green light GS which is unnecessary light among the light which carried out incidence to the 2nd polarization beam splitter 10 from the 2nd reflective mold liquid crystal display component 12 is cut here, and only the green glow BP which is the green light GP and unnecessary light which are normal light penetrates this, and it goes to the synthetic polarization beam splitter 14.

[29] The blue glow BP which is the red light RP which is the normal light from the 1st polarization beam splitter 9, the green glow BS, and unnecessary light penetrates a phase plate 7, and polarization conversion is carried out and it carries out incidence to the synthetic polarization beam splitter 14 as the red light RS which is normal light, respectively, blue glow BP, and blue glow BS which is unnecessary light. On the other hand, the green light GP which is the normal light from the 2nd polarization beam splitter 10 penetrates a phase plate 8, and polarization conversion is carried out and it carries out incidence to the synthetic polarization beam splitter 14 as green light GS which is normal light. The blue glow BS which is finally unnecessary light among the light which carried out incidence to the synthetic polarization beam splitter 14 is cut here, the red light RS which is normal light, and blue glow BP penetrate this, and it is reflected here, these 3 color is compounded, and they inject the green light GS which is normal light to projection optics 28.

[30] By the way, with this operation gestalt, to the wavelength region of the red light R, the 1st polarization beam splitter 9 makes the average transmission coefficient of S polarization 0.3% or less, and makes the average transmission coefficient of S polarization 0.3% - 2% to the wavelength region of blue glow B. Or to the wavelength region of green light G, the 2nd polarization beam splitter 10 makes the average transmission coefficient of S polarization 0.1% or less preferably 0.3% or less, and makes the average transmission coefficient of S polarization preferably 0.3% - 10% 0.1% 10% to the wavelength region of blue glow B.

[31] Usually, as for the polarization beam splitter of high contrast, the average transmission coefficient of S polarization has become very as low as 0.3% or less. However, the permeability of P polarization also falls and necessary reflection occurs, so that the permeability of S polarization is lowered. When the flux of light which leads by the f number was specifically taken into consideration and the average transmission coefficient of S polarization is made into 0.3% or less, the permeability of P polarization becomes about 80 - 90%.

[32] Since a certain extent polarization is prepared by polarization conversion about the illumination light and the 1st polarization beam splitter 9 is made to penetrate further about blue glow B with this operation gestalt, the rate which its S polarization may be low and its one where the permeability of P polarization is higher is good. Furthermore, it is better to make the reflection factor of P polarization low, in order to raise a certain extent contrast in case S polarization is reflected by the 1st polarization beam splitter 9 although S polarization is reflected by the 1st polarization beam splitter 9 and P polarization is made to penetrate by the synthetic polarization beam splitter 14 in a projection optical system (that is, permeability is made high).

[33] Therefore, the 1st polarization beam splitters 9 shall differ the permeability of S polarization over each wavelength region of the red light R and blue glow B. That is, in order to make the average transmission coefficient of S polarization into the usual PBS property of high contrast and to make the permeability of P polarization high (namely, a reflection factor low) to the wavelength region of blue glow B to the wavelength region of the red light R, the average transmission coefficient of S polarization is made into 0.3% - 2% higher than usual.

[34] On the other hand, although only green light G passes as a normal light, when a part of blue glow BP from which polarization direction differs is mixed in the 2nd polarization beam splitter 10, contrast falls. Then, in order to make blue glow B not result in the 2nd reflective mold liquid crystal display component 12, he makes the reflection factor of P polarization low (namely, permeability of S polarization over blue glow B low), and is trying to become the usual S property of high contrast about green light G to the wavelength region of blue glow B.

[35] Drawing 4 is a graph which shows the property of the 1st or 2nd polarization beam splitter, took wavelength (nm) along the axis of abscissa, and has taken permeability along the axis of ordinate. In this drawing, Curve a is a graph which shows the property over P polarization of 45-degree incidence, and Curve b is a graph which shows the property over P polarization of 40-degree incidence. And Curve c is a graph which shows the property over S polarization of 45-degree incidence, and Curve d is a graph which shows the property over S polarization of 40-degree incidence. Moreover, a film configuration is shown in the following table 1. In the number of the film with which the simulating of the figure of a left-hand side train was carried out, and central nickel, in this table, the figure of the refractive index of each film and a right-hand side train shows the optical thickness (criteria wavelength  $\lambda_0=660\text{nm}$ ) of each film, respectively.

[36]

table 1]



	Ni	光学膜厚
28	1.62	
27	1.62	0.125
26	2.05	0.15
25	1.385	0.3
24	2.05	0.3
23	1.385	0.3
22	2.05	0.3
21	1.385	0.3
20	2.05	0.3
21	1.46	0.3
20	2.05	0.3
19	1.385	0.3
18	2.05	0.3
17	1.385	0.3
16	2.05	0.3
15	1.385	0.3
14	2.05	0.25
13	1.385	0.2
12	2.05	0.2
11	1.385	0.2
10	2.05	0.2
9	1.46	0.2
8	2.05	0.2
7	1.385	0.2
2	2.05	0.1
1	1.62	0.125
0	1.62	

037] The polarization beam splitter of this configuration is carrying out the stack of the layer of Hi-Index near the conditions of MacNeile as a film configuration, and Lo-Index alternately with quarter-wave length thickness every like usual polarization beam splitter. Furthermore, he is trying for the number of layers of the stack for [ two kinds ] the wavelength regions of superposition, the red light R, or green light G of the stack for the wavelength regions of the red light R from which criteria wavelength differs, or green light G, and the stack for the wavelength regions of blue glow B become 1.2 or more times of the number of layers of the stack for the wavelength regions of blue glow B.

038] Moreover, in this operation gestalt, the red light R is compounded with blue glow B, and although these are separated and incidence of the green light G is independently carried out to the 2nd polarization beam splitter 10, if the blue glow B from which, as for green light G, the polarization direction differs is mixed, contrast will fall here. Then, in order to cut this, the trimming filter which cuts blue glow B just before the 2nd polarization beam splitter 10 is arranged. It serves as the same location as the dielectric IKKU amendment phase plate 29 shown in drawing 3. Or it is good also as a location immediately after light injects from the 2nd polarization beam splitter 10. In addition, such a configuration is carried out instead of the configuration which was mentioned above and which makes the reflection factor of P polarization low to the wavelength region of blue glow B in the 2nd polarization beam splitter 10.

039] Moreover, the polarizing plate which makes polarization of green light G penetrate just before the 2nd polarization beam splitter 10 may be arranged for the same reason as the above. This is also good in the same location as the dielectric IKKU amendment phase plate 29 shown in drawing 3. Since green light G differs from the polarization direction, blue glow B cuts blue glow B, and can be prevented from being mixed with green light G with this polarizing plate.

040] Moreover, with this operation gestalt, the trimming filter which cuts green light G just before the 1st reflective old liquid crystal display component 11 is inserted. This serves as the same location as the quarter-wave length plate shown in drawing 2 or drawing 3. Drawing 5 is a graph which shows the property of the trimming filter, took wavelength (unit nm) along the axis of abscissa, and has taken permeability along the axis of ordinate. In this drawing, a continuous line is a graph which shows the property over passage once, and a broken line is a graph which shows the property over passage twice.

041] As shown in this drawing, the so-called Sharp cut nature of this trimming filter is loose, and it has 25nm or more wavelength width of face from 10% of permeability to 90%. Although the wavelength width of face from 10% of permeability to 90% is 20nm or less in order that the usual trimming filter may give Sharp a wavelength cut, with this

operation gestalt, the red light R in from the 1st reflective mold liquid crystal display component 11 arranges the naming filter with the loose Sharp cut nature at the place through which it passes at the time of lighting and projection. Thus, by making the Sharp cut nature loose, it becomes the suitable Sharp cut nature by two passage, and the loss in penetrating this filter also decreases.

[42] Moreover, a film configuration is shown in the following table 2. In the number of the film with which the laminating of the figure of a left-hand side train was carried out, and central nickel, in this table, the figure of the refractive index of each film and a right-hand side train shows the optical thickness (criteria wavelength  $\lambda_0=490\text{nm}$ ) of each film, respectively.

[43]

Table 2]

Ni	光学膜厚
1	
2.3	0.09
1.385	0.27
2.3	0.27
1.47	0.23
2.3	0.25
1.47	0.25
2.3	0.25
1.47	0.25
2.3	0.25
1.47	0.25
2.3	0.25
1.47	0.23
2.3	0.23
1.385	0.23
2.3	0.1
1.52	

[44] Moreover, in the synthetic polarization beam splitter 14, to S polarization, the red light R is made to penetrate the dielectric IKKU property of reflecting green light G, and the PBS property which is made to penetrate P polarization to blue glow B, and carries out full reflection of the S polarization are given with this operation gestalt. Thereby, as mentioned above, in the synthetic polarization beam splitter 14, the blue glow B which is the red light R which is S polarization, and P polarization penetrates, the green light G which is S polarization is reflected, and three colors are compounded.

[45] Drawing 6 is a graph which shows the property of the synthetic polarization beam splitter 14, took wavelength (unit nm) along the axis of abscissa, and has taken permeability along the axis of ordinate. In this drawing, Curve a is a graph which shows the property over S polarization of 45-degree incidence, and Curve b is a graph which similarly shows the property over P polarization of 45-degree incidence. Moreover, a film configuration is shown in the following table 3. In the number of the film with which the laminating of the figure of a left-hand side train was carried out, and central nickel, in this table, the figure of the refractive index of each film and a right-hand side train shows the optical thickness (criteria wavelength  $\lambda_0=649\text{nm}$ ) of each film, respectively.

[46]

Table 3]

Ni	光学膜厚
1.62	
2.05	0.0273
1.385	0.18
2.05	0.0818
1.385	0.6435
2.05	0.0468
1.385	0.2968
2.05	0.3753
1.385	0.111
2.05	0.25
1.385	0.25
2.05	0.25
1.46	0.25
2.05	0.25
1.385	0.25
2.05	0.25
1.385	0.25
2.05	0.25
1.385	0.25
2.05	0.25
1.385	0.1035
2.05	0.963
1.385	0.2588
2.05	0.1225
1.385	0.1378
2.05	0.5175
1.62	

47] With this operation gestalt, although the usual polarization beam splitter carries out the stack of the layer of High-index near the conditions of MacNeile as a film configuration, and Low-Index alternately with quarter-wave length thickness every, in order to give a dielectric IKKU property, several layers of both ends consider as the configuration fitted from quarter-wave length thickness, and are taken as the configuration containing the layer which exceeds 1/8 wave by the film, and exceeds 1/2 wave in a thick layer. In the usual polarization beam splitter, it has an PBS property -- going out of band (this case red light R region) -- although high S polarization permeability is not obtained in a flat since ripples and a ripple occurs, it is attained with this configuration.

48] Moreover, with this operation gestalt, as shown in above-mentioned drawing 2, the 1st condenser lens 23 and 2nd condenser lens 24 are arranged in the optical path between the 1st color separation mirror 1 and the 2nd color separation mirror 2. By considering as such a configuration, each condenser lens and the above-mentioned superposition lens 22 can be made small. In addition, these condenser lenses are for illuminating a reflective mold liquid crystal display component by the telecentric rucksack mostly.

49] Since the 1st and 2nd color separation mirror is temporarily arranged in the optical path from a superposition lens to a condenser lens when such a condenser lens has been arranged at the inlet port of each polarization beam splitter, an optical path becomes long. At this time, since a superposition lens and the 1st and 2nd lens array become very large, it is not desirable. Moreover, since it is the location where three colors are intermingled when the condenser lens has been arranged in the optical path from a superposition lens to the 1st color separation mirror, there is a merit that a condenser lens can be managed with one sheet, but since the distance between [ a condenser lens to ] reflective mold liquid crystal display components becomes long and a condenser lens becomes very large, it is not desirable.

50] In addition, with this operation gestalt, it is considering as the configuration which pastes up all polarization beam splitters by glass material. Drawing 7 is the side elevation showing the adhesion configuration of a polarization beam splitter typically. Here, as shown in this drawing, the 1st polarization beam splitter 9 or 2nd polarization beam splitter 10, and synthetic polarization beam splitter 14 have stuck the phase plate 7 or the phase plate 8 on one side of the field which faces mutually. And it is considering as the configuration which changes into the condition (the shape of

ridge) of supporting both ends by the square pole-like glass block 32, pastes up the 1st polarization beam splitter 9 or 1 polarization beam splitter 10, and synthetic polarization beam splitter 14, and is fixed to the field of a polarization beam splitter through which the flux of light does not pass.

[51] Furthermore, in case the reflective mold liquid crystal display component 11 is attached to the 1st polarization beam splitter 9, the bracket 33 of the shape of a L character angle type prepared in the 1st polarization beam splitter 9 and the base plate 34 formed in the reflective mold liquid crystal display component 11 side are connected through in 35, and it is considering as the configuration pasted up after positioning adjustment. Also in case this attaches the reflective mold liquid crystal display component 12 to the 2nd polarization beam splitter 10, it is the same. Thus, each polarization beam splitter and each reflective mold liquid crystal display component are unified.

[52] Here, if glass-resin film-glass is directly pasted up when arranging the phase plate which consists of a resin film among the polarization beam splitters which consist of glass material for example, dependability will become low according to the difference in coefficient of linear expansion, or the problem of heat dissipation. Then, by considering as above configurations, the convergence gap after assembly etc. can be prevented and dependability can be raised. Moreover, the phase plate which is a weak resin film can also be cooled with heat by letting a wind pass by a fan etc. in clearance between polarization beam splitters. In addition, drawing 8 is the perspective view showing a part of the configuration of the above-mentioned polarization beam splitter.

[53] Drawing 9 is the top view showing the configuration of a polarization beam splitter and its neighborhood. As shown in this drawing, with this operation gestalt, cut section 14a which cut the part which is the corner and faces the 1st color separation mirror 2 at the synthetic polarization beam splitter 14 is provided. Holding [ of the 2nd color separation mirror 2 ] can become easy by this, and each polarization beam splitter can be made as small as possible, and lens back can be shortened.

[54] Moreover, with this operation gestalt, it is considering as the configuration which uses the glass more than photoelasticity ratio  $1.0 \times 10^{-12}$  (1-/Pa) at the 1st polarization beam splitter 9 and 2nd polarization beam splitter 10 at the synthetic polarization beam splitter 14 using the glass below photoelasticity ratio  $1.0 \times 10^{-12}$  (1-/Pa).

[55] The 1st polarization beam splitter 9 and 2nd polarization beam splitter 10 are serving to cut mostly the red light and the OFF light in the projection light of green light G, i.e., the unnecessary light of S polarization, and to cut the OFF light in the projection light of blue glow B, i.e., the unnecessary light of P polarization, in general. Since turbulence polarization will arise and unnecessary light will leak to a projection side in case the flux of light passes through the side of glass if what has a high photoelasticity ratio is used for the glass material of these polarization beam splitters, it is desirable to use glass material of a low photoelasticity which was mentioned above here.

[56] On the other hand, the synthetic polarization beam splitter 14 has the role which cuts the OFF light in the projection light of the blue glow B which leaked from the 1st polarization beam splitter 9, i.e., the unnecessary light which turned into S polarization from P polarization with the phase plate 7. However, since OFF light is cut in general the 1st polarization beam splitter 9 in advance, even if a little polarization turbulence arises within the synthetic polarization beam splitter 14, contrast does not deteriorate. Therefore, to the synthetic polarization beam splitter 14, as mentioned above, it is desirable to consider as low cost more using the glass material which is not a low photoelasticity.

[57] Drawing 10 is drawing showing typically other fundamental configurations of the color separation and the synthetic optical system concerning the projection optical system of this invention. This drawing (a) shows the whole configuration and this drawing (b) shows the detailed configuration of a color separation mirror. This configuration forms color separation by one mirror. In this drawing, the arrow head of a continuous line shows P polarization, and the polarization direction meets space. Moreover, the arrow head of a broken line shows S polarization, and the polarization direction is perpendicular to space. Furthermore, the arrow head of an alternate long and short dash line shows mixture of P polarization and S polarization.

[58] First, as step is kept with S polarization with uniform intensity distribution and it is shown in this drawing (a) according to the integrator mentioned later and polarization conversion optical system, after penetrating the polarizing plate 5 and being able to arrange the polarization direction completely from the lower part of drawing, incidence of the light from the light source which is not illustrated is carried out to the color separation mirror 40. Here, Red reflective dichroic mirror 40a, quarter-wave length plate 40b, Blue reflective dichroic mirror 40c, and 40d of quarter-wave length plates carry out a laminating, and the color separation mirror 40 is constituted from a front face by order, as shown in this drawing (b).

[59] Here, the red light R is reflected by Red reflective dichroic mirror 40a. Moreover, blue glow B is reflected by blue reflective dichroic mirror 40c. Since blue glow B penetrates quarter-wave length plate 40b twice [ of the time of incidence, and reflex time / a total of ] at this time, it becomes equivalent to having penetrated  $1/2$  wavelength plate, and that was S polarization rotates the 90 degrees of the polarization directions, and is changed into P polarization. On the

er hand, green light G penetrates the color separation mirror 40. Although that polarization direction rotates at this time when green light G penetrates quarter-wave length plate 40b, this is canceled with 40d of quarter-wave length plates.

[60] Incidence of the red light R reflected by the color separation mirror 40 and the blue glow B is carried out to the polarization beam splitter 9. Here, since the red light R is S polarization, it is reflected by the 1st polarization beam splitter 9, and it illuminates the 1st reflective mold liquid crystal display component 11. Moreover, since blue glow B is S polarization, it penetrates the 1st polarization beam splitter 9, and illuminates the 3rd reflective mold liquid crystal display component 13. On the other hand, incidence of the green light G which penetrated the color separation mirror 40 is carried out to the 2nd polarization beam splitter 10. Here, since green light G is S polarization, it is reflected by the 1st polarization beam splitter 10, and it illuminates the 2nd reflective mold liquid crystal display component 12. It is the same as that of the configuration hereafter explained by above-mentioned drawing 1.

[61] Drawing 11 is drawing showing the 2nd operation gestalt of the projection optical system of this invention. This operation gestalt is based on other fundamental configurations mentioned above. It sets to this drawing, and it is selected and condensed with a reflector 16 and incidence of the light from the light source 15 is carried out to an integrator and polarization conversion optical system. An integrator and polarization conversion optical system consists of the 1st lens array 17, the 2nd lens array 19, an PBS array 20, and a superposition lens 22. The illumination-light study system is accomplished according to these light sources 15 and a reflector 16, and an integrator and polarization conversion optical system.

[62] It is reflected by the clinch mirrors 3 and 4, and the light injected through this integrator and polarization conversion optical system passes the color separation and the synthetic optical system mentioned above, and is projected to the screen which is not illustrated through projection optics 28. In addition, the condenser lens 41 is arranged with this operation gestalt just before the polarizing plate 5. This is based on the same reason as the case in the operation gestalt of the above 1st. Moreover, the quarter-wave length plates 25, 26, and 27 only for [ each ] colors are arranged by object for contrast amendment just before the reflective mold liquid crystal display components 11, 12, and 13, respectively.

[63] Moreover, in this drawing, a normal light required for image projection is expressed with the arrow head of a continuous line, and unnecessary light is expressed with the arrow head of a broken line. As shown in this drawing, the light which came out of the light source and passed an integrator and polarization conversion optical system mainly consists of red light RS which is S polarization with normal light, respectively, green light GS, and blue glow BS. And when these carry out incidence to the color separation mirror 40 through a polarizing plate 5, the red light RS and blue glow BS are reflected here, further, toward the 1st polarization beam splitter 9, green light GS will penetrate this and the blue glow BS will go to the 2nd polarization beam splitter 10, after being changed into BP. It is the same as that of the configuration hereafter explained by drawing 3 of the operation gestalt of the above 1st.

[64] In addition, it is good also as a configuration which replaced the red light R and blue glow R with each operation gestalt mentioned above. In addition, the phase plate for contrast amendment (quarter-wave length plate) arranged before each reflective mold liquid crystal display component amends contrast by sticking on a glass plate and rotating it. Fundamentally, although a lagging axis is made in agreement with P plane of polarization or S plane of polarization, this phase plate amends the contrast fall by the assembly error.

[65] Moreover, when using the reflective mold liquid crystal display component of super-high resolution, the color aberration by the chromatic aberration of magnification of R [ in a projection lens ], G, and B each color becomes a problem. Then, the chromatic aberration of magnification of R, G, and B each color can be lessened by considering as the loose phase plate which has some power which is respectively different by R, G, and B in the glass plate which stuck the phase plate contrast amendment.

[66] Moreover, with the projection lens of a wide angle system, although there is little chromatic aberration of magnification of the red light R and blue glow B, the chromatic aberration of magnification of the red light R to green light G and blue glow B is large. Then, the phase plate for plane-of-polarization reversal between the 1st polarization beam splitter and a synthetic polarization beam splitter, or the phase plate for plane-of-polarization reversal and a polarizing plate between the 2nd polarization beam splitter and a synthetic polarization beam splitter can be held on a glass plate, and the chromatic aberration of magnification of the red light R to green light G and blue glow B can also be amended by attaching very loose curvature to the glass plate to hold.

[67] Of course, it is good also considering the incidence labor attendant of a polarization beam splitter as a very loose curved surface. Such radius of curvature for chromatic-aberration-of-magnification amendment is the very loose thing tens of thousands of 1000mm - mm order.

[68] Moreover, invention which has the following configurations is included in the concrete operation gestalt

mentioned above.

about the illumination light which polarized mostly, (1) The light of the 1st wavelength region, and the light of the 2nd wavelength region, The 1st color separation mirror which reflects one side of the light of the 3rd wavelength region, is made to penetrate another side, and is separated, 1/2 wavelength plate which is made to penetrate the light of said 1st wavelength region and the light of the 2nd wavelength region, or the light of said 3rd wavelength region, and is made to rotate the polarization direction, Reflect the light of said 1st wavelength region, or make it penetrate, and make the light of said 2nd wavelength region, and the light of the 3rd wavelength region penetrate, or it reflects. this -- the light of the 1st wavelength region, and the light of the 3rd wavelength region -- compounding -- and -- this -- with the 2nd color separation mirror which separates the light of the 2nd wavelength region The 1st polarization beam splitter in which the light of said 1st wavelength region and the light of the 3rd wavelength region carry out incidence as illumination light, It is the 2nd polarization beam splitter in which the light of said 2nd wavelength region carries out incidence as illumination light. Said 1st polarization beam splitter Reflect one side among the illumination light of said 1st and 3rd wavelength regions, another side is made to penetrate, and the 1st and 3rd reflective mold liquid crystal display components are illuminated, respectively. Said 2nd polarization beam splitter It is the projection optical system which is made to reflect or penetrate the illumination light of said 2nd wavelength region, and illuminates the 2nd reflective mold liquid crystal display component. In the projection optical system equipped with the synthetic polarization beam splitter which compounds the projection light from said 1st and 3rd reflective mold liquid crystal display components, and the projection light from said 2nd reflective mold liquid crystal display component As opposed to the wavelength region in which, as for said 1st polarization beam splitter, the illumination light was reflected by this 1st polarization beam splitter the average transmission coefficient of S polarization 0.3% or less, The average transmission coefficient of S polarization is 0.3% - 2% to the wavelength region where the illumination light penetrated this 1st polarization beam splitter. For the average transmission coefficient of S polarization, the average transmission coefficient of S polarization [ said 2nd polarization beam splitter ] the projection optical system to which it is characterized by being 0.1% - 10% or less, said 1st, or 3rd light of a wavelength region to the light of said 2nd wavelength region.

about the illumination light which polarized mostly, (2) The light of the 1st wavelength region, and the light of the 2nd wavelength region, The 1st color separation mirror which reflects one side of the light of the 3rd wavelength region, is made to penetrate another side, and is separated, 1/2 wavelength plate which is made to penetrate the light of said 1st wavelength region and the light of the 2nd wavelength region, or the light of said 3rd wavelength region, and is made to rotate the polarization direction, Reflect the light of said 1st wavelength region, or make it penetrate, and make the light of said 2nd wavelength region, and the light of the 3rd wavelength region penetrate, or it reflects. this -- the light of the 1st wavelength region, and the light of the 3rd wavelength region -- compounding -- and -- this -- with the 2nd color separation mirror which separates the light of the 2nd wavelength region The 1st polarization beam splitter in which the light of said 1st wavelength region and the light of the 3rd wavelength region carry out incidence as illumination light, It is the 2nd polarization beam splitter in which the light of said 2nd wavelength region carries out incidence as illumination light. Said 1st polarization beam splitter Reflect one side among the illumination light of said 1st and 3rd wavelength regions, another side is made to penetrate, and the 1st and 3rd reflective mold liquid crystal display components are illuminated, respectively. Said 2nd polarization beam splitter It is the projection optical system which is made to reflect or penetrate the illumination light of said 2nd wavelength region, and illuminates the 2nd reflective mold liquid crystal display component. In the projection optical system equipped with the synthetic polarization beam splitter which compounds the projection light from said 1st and 3rd reflective mold liquid crystal display components, and the projection light from said 2nd reflective mold liquid crystal display component Projection optical system characterized by having arranged the trimming filter which cuts the light of said 1st or 3rd wavelength region into a location just before the light of said 2nd wavelength region carries out incidence to said 2nd polarization beam splitter.

The above (1) characterized by having arranged the trimming filter which cuts the light of said 2nd wavelength region into the location in front of said 1st or 3rd reflective mold liquid crystal display component, or projection optical system given in (2).

Projection optical system given in either of aforementioned (1) - (3) characterized by considering said each polarization beam splitter as the configuration pasted up through glass material.

Projection optical system given in a location just before the light of said 2nd wavelength region carries out incidence to said 2nd polarization beam splitter at either of this aforementioned [ that is characterized by having arranged the polarizing plate which makes polarization of the 2nd wavelength region penetrate ] (1) - (4).

said -- composition -- a polarization beam splitter -- said -- the -- one -- wavelength -- a region -- light -- penetrating -- making -- said -- the -- two -- wavelength -- a region -- light -- reflecting -- a die -- a clo -- IKKU -- a property -- said -- the -- three -- wavelength -- a region -- light -- receiving -- P -- polarization -- penetrating -- making -- S --

arization -- perfect -- reflection -- carrying out -- PBS -- a property -- having had things -- the description -- \*\* --  
 carrying out -- the above -- (-- one --) -- (five --) -- either -- a publication -- a projection -- optical system .  
 said -- the -- one -- color separation -- a mirror -- the -- two -- color separation -- a mirror -- between -- an optical  
 h -- inside -- said -- reflection -- a mold -- a liquid crystal display -- a component -- abbreviation -- a call -- a cent -- a  
 ksack -- illuminating -- a sake -- a condenser lens -- having arranged -- things -- the description -- \*\* -- carrying out -  
 ie above -- (-- one --) - (-- six --) -- either -- a publication -- a projection -- optical system .  
 Projection optical system given in either of aforementioned (1) - (7) characterized by preparing the cut section which  
 the part which is the corner and faces said 2nd color separation mirror at said synthetic polarization beam splitter.  
 said -- the -- one -- and -- the -- two -- a polarization beam splitter -- a photoelasticity -- a ratio -- 1.0 -- x -- ten - 12  
 /Pa) -- the following -- glass -- material -- using -- said -- composition -- a polarization beam splitter -- a  
 photoelasticity -- a ratio -- 1.0 -- x -- ten - 12 (1-/Pa) -- more than -- glass -- material -- having used -- things -- the  
 description -- \*\* -- carrying out -- the above -- (-- one --) - (-- eight --) -- either -- a publication -- a projection -- optical  
 item .

) While reflecting one side of the light of the 1st wavelength region and the light of the 3rd wavelength region, and  
 light of the 2nd wavelength region, making another side penetrate and dissociating about the illumination light  
 which polarized mostly The color separation mirror which rotates the polarization direction of the light of said 1st  
 wavelength region and the light of the 2nd wavelength region, or the light of said 3rd wavelength region, The 1st  
 arization beam splitter in which the light of said 1st wavelength region and the light of the 3rd wavelength region  
 ry out incidence as illumination light, It has the 2nd polarization beam splitter in which the light of said 2nd  
 wavelength region carries out incidence as illumination light. Said 1st polarization beam splitter Reflect one side among  
 illumination light of said 1st and 3rd wavelength regions, another side is made to penetrate, and the 1st and 3rd  
 lective mold liquid crystal display components are illuminated, respectively. Said 2nd polarization beam splitter It is  
 projection optical system which is made to reflect or penetrate the illumination light of said 2nd wavelength region,  
 d illuminates the 2nd reflective mold liquid crystal display component. Projection optical system characterized by  
 ving the synthetic polarization beam splitter which compounds the projection light from said 1st and 3rd reflective  
 old liquid crystal display components, and the projection light from said 2nd reflective mold liquid crystal display  
 nponent.

69] moreover, each [ in / in the light of the 1st wavelength region said by the claim, the light of the 2nd wavelength  
 ion, and the light of the 3rd wavelength region / an operation gestalt ] -- the red light R, green light G, and blue glow  
 are supported.

70]  
 ffect of the Invention] According to this invention, as explained above, though it is the same as usual, a fundamental  
 nfiguration can obtain an image high [ more ] contrast and beautiful, moreover, is compact and can offer efficient  
 jection optical system by low cost.

translation done.]

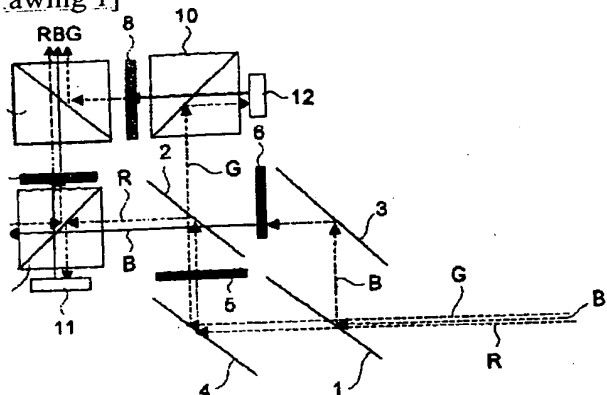
## NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

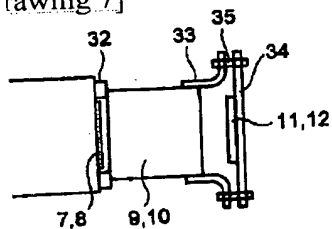
This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.  
 \*\*\* shows the word which can not be translated.  
 In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

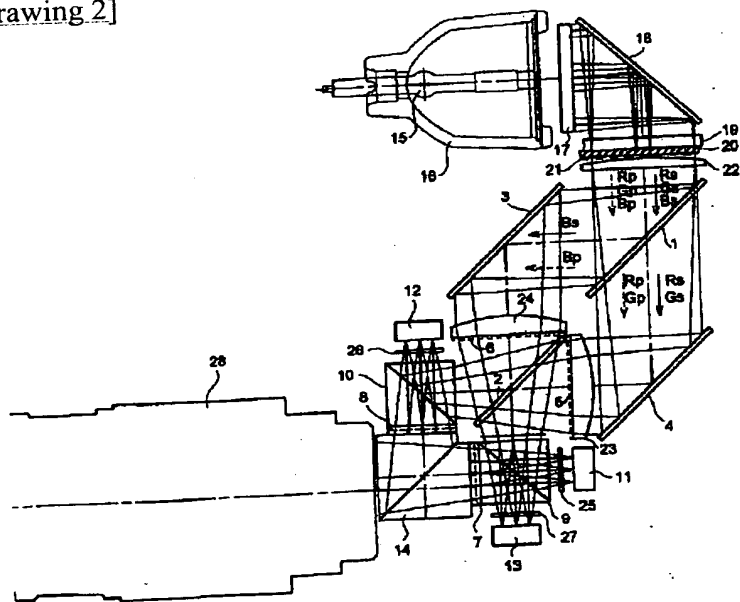
Drawing 1]



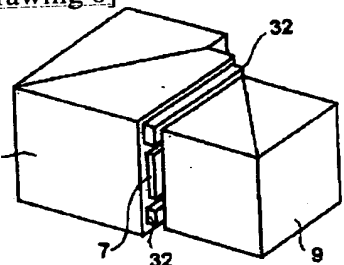
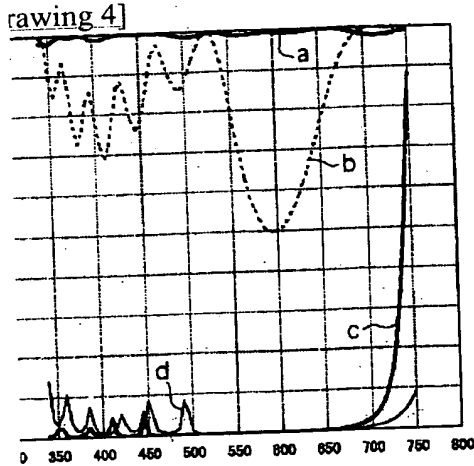
Drawing 7]



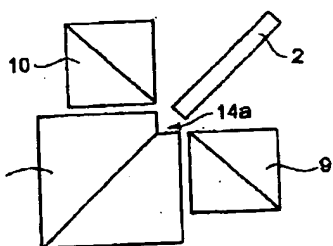
Drawing 2]



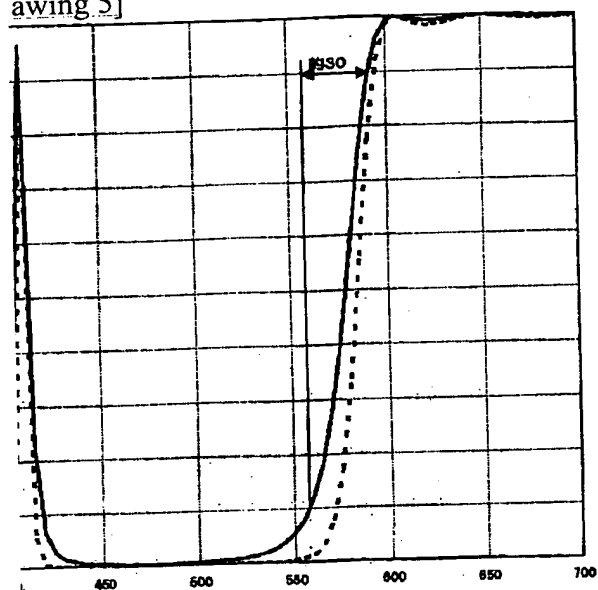




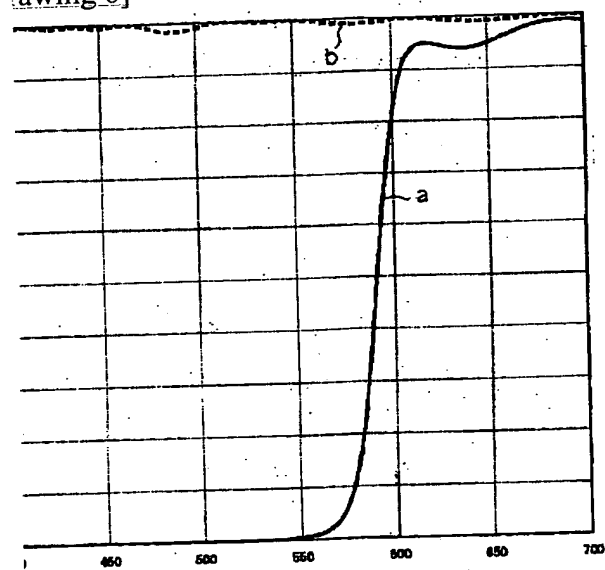
# rawing 9]



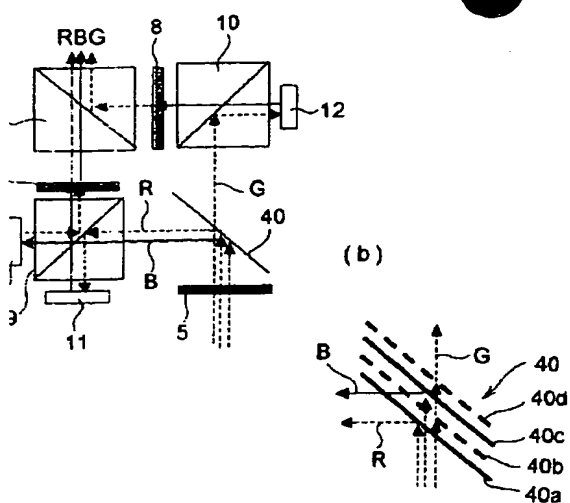
rawing 5]



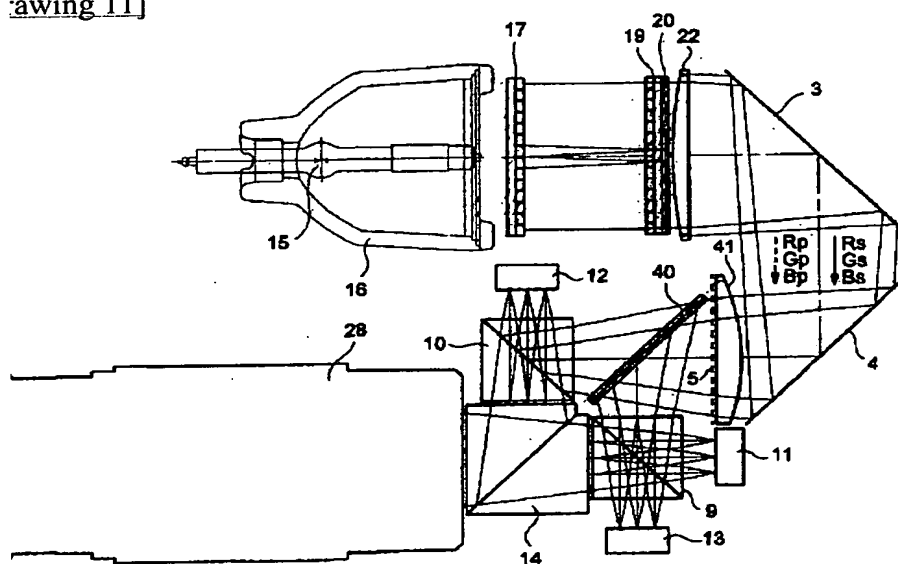
rawing 6]



rawing 10]



awing 11]



translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-233124  
(P2003-233124A)

(43) 公開日 平成15年8月22日 (2003. 8. 22)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード* (参考)
G 0 3 B 21/00		G 0 3 B 21/00	E 2 H 0 8 8
G 0 2 F 1/13	5 0 5	G 0 2 F 1/13	5 0 5 2 H 0 9 1
	1/13357		1/13357
G 0 3 B 33/12		G 0 3 B 33/12	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2002-34859 (P2002-34859)

(22) 出願日 平成14年2月13日 (2002. 2. 13)

(71) 出願人 000006079  
ミノルタ株式会社  
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号  
大阪国際ビル

(72) 発明者 林 宏太郎  
大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪  
国際ビル ミノルタ株式会社内

(72) 発明者 増淵 友一  
大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪  
国際ビル ミノルタ株式会社内

(74) 代理人 100085501  
弁理士 佐野 静夫 (外1名)

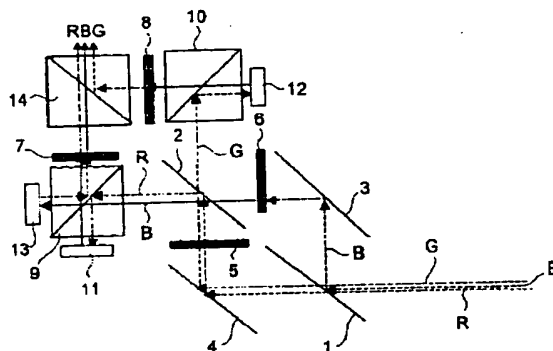
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プロジェクション光学系

(57) 【要約】

【課題】 基本的な構成は従来と同様でありながら、よりコントラストが高く美しい画像を得ることができ、しかもコンパクトで効率の良いプロジェクション光学系を低コストで提供する。

【解決手段】 第1の偏光ビームスプリッターは、赤色光Rの波長域に対しては、S偏光の平均透過率を0.3%以下とし、青色光Bの波長域に対しては、S偏光の平均透過率を0.3%~2%とする。或いは、第2の偏光ビームスプリッターは、緑色光Gの波長域に対しては、S偏光の平均透過率を0.3%以下、好ましくは0.1%以下とし、青色光Bの波長域に対しては、S偏光の平均透過率を0.1%~10%好ましくは0.3%~10%とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ほぼ偏光された照明光について、第1の波長域の光及び第2の波長域の光と、第3の波長域の光の、一方を反射し他方を透過させて分離する第1の色分離ミラーと、

前記第1の波長域の光及び第2の波長域の光、或いは前記第3の波長域の光を透過させて偏光方向を回転させる1/2波長板と、

前記第1の波長域の光を反射し或いは透過させ、前記第2の波長域の光及び第3の波長域の光を透過させ或いは反射して、該第1の波長域の光と第3の波長域の光とを合成し、且つ該第2の波長域の光を分離する第2の色分離ミラーと、

前記第1の波長域の光及び第3の波長域の光が照明光として入射する第1の偏光ビームスプリッターと、

前記第2の波長域の光が照明光として入射する第2の偏光ビームスプリッターと、を有し、

前記第1の偏光ビームスプリッターは、前記第1及び第3の波長域の照明光のうち、一方を反射して他方を透過させ、それぞれ第1及び第3の反射型液晶表示素子を照明し、

前記第2の偏光ビームスプリッターは、前記第2の波長域の照明光を反射或いは透過させ、第2の反射型液晶表示素子を照明するプロジェクション光学系であって、

前記第1及び第3の反射型液晶表示素子からの投影光と前記第2の反射型液晶表示素子からの投影光を合成する合成偏光ビームスプリッターを備えたプロジェクション光学系において、

前記第1の偏光ビームスプリッターは、照明光が該第1の偏光ビームスプリッターで反射された波長域に対してS偏光の平均透過率が0.3%以下、照明光が該第1の偏光ビームスプリッターを透過した波長域に対してS偏光の平均透過率が0.3%~2%であり、

或いは、前記第2の偏光ビームスプリッターは、前記第2の波長域の光に対してS偏光の平均透過率が0.3%以下、前記第1或いは第3の波長域の光に対してS偏光の平均透過率が0.1%~10%であることを特徴とするプロジェクション光学系。

【請求項2】 ほぼ偏光された照明光について、第1の波長域の光及び第2の波長域の光と、第3の波長域の光の、一方を反射し他方を透過させて分離する第1の色分離ミラーと、

前記第1の波長域の光及び第2の波長域の光、或いは前記第3の波長域の光を透過させて偏光方向を回転させる1/2波長板と、

前記第1の波長域の光を反射し或いは透過させ、前記第2の波長域の光及び第3の波長域の光を透過させ或いは反射して、該第1の波長域の光と第3の波長域の光とを合成し、且つ該第2の波長域の光を分離する第2の色分離ミラーと、

前記第1の波長域の光及び第3の波長域の光が照明光として入射する第1の偏光ビームスプリッターと、

前記第2の波長域の光が照明光として入射する第2の偏光ビームスプリッターと、を有し、

前記第1の偏光ビームスプリッターは、前記第1及び第3の波長域の照明光のうち、一方を反射して他方を透過させ、それぞれ第1及び第3の反射型液晶表示素子を照明し、

前記第2の偏光ビームスプリッターは、前記第2の波長域の照明光を反射或いは透過させ、第2の反射型液晶表示素子を照明するプロジェクション光学系であって、前記第1及び第3の反射型液晶表示素子からの投影光と前記第2の反射型液晶表示素子からの投影光を合成する合成偏光ビームスプリッターを備えたプロジェクション光学系において、

前記第2の波長域の光が前記第2の偏光ビームスプリッターに入射する直前の位置に、前記第1或いは第3の波長域の光をカットするトリミングフィルターを配置したことを特徴とするプロジェクション光学系。

【請求項3】 前記第1或いは第3の反射型液晶表示素子の直前の位置に、前記第2の波長域の光をカットするトリミングフィルターを配置したことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のプロジェクション光学系。

【請求項4】 前記各偏光ビームスプリッターを、ガラス材を介して接着する構成としたことを特徴とする請求項1~請求項3のいずれかに記載のプロジェクション光学系。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、反射型液晶表示素子の画像を投影するプロジェクション光学系に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、このようなプロジェクション光学系としては、例えば特開平11-271683号公報に記載されている如く、偏光光束をダイクロイックミラー（色分離ミラー）と波長板（位相板）で色分離して照明光とし、これを反射型液晶表示素子と偏光ビームスプリッターで色合成して投影光とする構成のものが使用されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したような従来の構成においては、赤色光R、緑色光G、青色光Bの3色の色光の内、2色もの色光が一つの色分離ミラーを透過する透過光路が形成されている。透過光路においては、色分離ミラーの特性上、数パーセントの反射光が発生してしまうので、色分離ミラーを透過する色光の数が多いほど不利となる。特に青色光Bは、偏光面が赤色光R、緑色光Gと異なる構成となっているため、数パーセントの反射光が所定の偏光ビームスプリッ

ター以外の偏光ビームスプリッターに入射し、画像のコントラストを低下させることとなる。

【0004】本発明は、このような問題点に鑑み、基本的な構成は従来と同様でありながら、よりコントラストが高く美しい画像を得ることができ、しかもコンパクトで効率の良いプロジェクション光学系を低コストで提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明では、ほぼ偏光された照明光について、第1の波長域の光及び第2の波長域の光と、第3の波長域の光の、一方を反射し他方を透過させて分離する第1の色分離ミラーと、前記第1の波長域の光及び第2の波長域の光、或いは前記第3の波長域の光を透過させて偏光方向を回転させる1/2波長板と、前記第1の波長域の光を反射し或いは透過させ、前記第2の波長域の光及び第3の波長域の光を透過させ或いは反射して、その第1の波長域の光と第3の波長域の光とを合成し、且つその第2の波長域の光を分離する第2の色分離ミラーと、前記第1の波長域の光及び第3の波長域の光が照明光として入射する第1の偏光ビームスプリッターと、前記第2の波長域の光が照明光として入射する第2の偏光ビームスプリッターと、を有し、前記第1の偏光ビームスプリッターは、前記第1及び第3の波長域の照明光のうち、一方を反射して他方を透過させ、それぞれ第1及び第3の反射型液晶表示素子を照明し、前記第2の偏光ビームスプリッターは、前記第2の波長域の照明光を反射或いは透過させ、第2の反射型液晶表示素子を照明する構成であって、前記第1及び第3の反射型液晶表示素子からの投影光と前記第2の反射型液晶表示素子からの投影光を合成する合成偏光ビームスプリッターを備えた構成において、前記第1の偏光ビームスプリッターは、照明光がその第1の偏光ビームスプリッターで反射された波長域に対してS偏光の平均透過率が0.3%以下、照明光がその第1の偏光ビームスプリッターを透過した波長域に対してS偏光の平均透過率が0.3%~2%であり、或いは、前記第2の偏光ビームスプリッターは、前記第2の波長域の光に対してS偏光の平均透過率が0.3%以下、前記第1或いは第3の波長域の光に対してS偏光の平均透過率が0.1%~10%であることを特徴とする。

【0006】また、ほぼ偏光された照明光について、第1の波長域の光及び第2の波長域の光と、第3の波長域の光の、一方を反射し他方を透過させて分離する第1の色分離ミラーと、前記第1の波長域の光及び第2の波長域の光、或いは前記第3の波長域の光を透過させて偏光方向を回転させる1/2波長板と、前記第1の波長域の光を反射し或いは透過させ、前記第2の波長域の光及び第3の波長域の光を透過させ或いは反射して、その第1の波長域の光と第3の波長域の光とを合成し、且つその

第2の波長域の光を分離する第2の色分離ミラーと、前記第1の波長域の光及び第3の波長域の光が照明光として入射する第1の偏光ビームスプリッターと、前記第2の波長域の光が照明光として入射する第2の偏光ビームスプリッターと、を有し、前記第1の偏光ビームスプリッターは、前記第1及び第3の波長域の照明光のうち、一方を反射して他方を透過させ、それぞれ第1及び第3の反射型液晶表示素子を照明し、前記第2の偏光ビームスプリッターは、前記第2の波長域の照明光を反射或いは透過させ、第2の反射型液晶表示素子を照明する構成であって、前記第1及び第3の反射型液晶表示素子からの投影光と前記第2の反射型液晶表示素子からの投影光を合成する合成偏光ビームスプリッターを備えた構成において、前記第2の波長域の光が前記第2の偏光ビームスプリッターに入射する直前の位置に、前記第1或いは第3の波長域の光をカットするトリミングフィルターを配置したことを特徴とする。

【0007】また、前記第1或いは第3の反射型液晶表示素子の直前の位置に、前記第2の波長域の光をカットするトリミングフィルターを配置したことを特徴とする。

【0008】また、前記各偏光ビームスプリッターを、ガラス材を介して接着する構成としたことを特徴とする。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。図1は、本発明のプロジェクション光学系に係る色分離・合成光学系の基本的な構成を模式的に示す図である。同図において、実線の矢印はP偏光を示しており、偏光方向は紙面に沿っている。また、破線の矢印はS偏光を示しており、偏光方向は紙面に垂直である。さらに、一点鎖線の矢印はP偏光とS偏光の混在を示している。

【0010】まず、図示しない光源からの光は、後述するインテグレートと偏光変換光学系により、均一な強度分布を持つS偏光に揃えられ、同図に示すように、図の右方より第1の色分離ミラー1に入射する。第1の色分離ミラー1はBlue反射ミラーとなっており、赤色光R及び緑色光Gは透過し、青色光Bは反射される。第1の色分離ミラー1を透過した赤色光R及び緑色光Gは、折り曲げミラー4で反射された後、偏光板5を透過して偏光方向を完全に揃えられた上で、第2の色分離ミラー2に入射する。

【0011】一方、第1の色分離ミラー1で反射された青色光Bは、折り曲げミラー3で反射された後、1/2波長板である位相板6（青色用単層或いは多層位相板）を透過して偏光方向を90°回転され、P偏光となった上で、第2の色分離ミラー2に入射する。この第2の色分離ミラー2の直前に、P偏光を透過させる偏光板を配置しても良い。第2の色分離ミラー2はRed反射ミラー

となっており、青色光B及び緑色光Gは透過し、赤色光Rは反射される。

【0012】第2の色分離ミラー2で反射された赤色光R及び、第2の色分離ミラー2を透過した青色光Bは、第1の偏光ビームスプリッター9に入射する。ここで、赤色光RはS偏光であるため、第1の偏光ビームスプリッター9で反射されて第1の反射型液晶表示素子11を照明する。また、青色光BはP偏光であるため、第1の偏光ビームスプリッター9を透過して第3の反射型液晶表示素子13を照明する。一方、第2の色分離ミラー2を透過した緑色光Gは、第2の偏光ビームスプリッター10に入射する。ここで、緑色光GはS偏光であるため、第2の偏光ビームスプリッター10で反射されて第2の反射型液晶表示素子12を照明する。

【0013】第1の反射型液晶表示素子11を照明した赤色光Rは、ここで画素毎に変調される。そして、偏光方向を90°回転されてP偏光となったON光は、第1の偏光ビームスプリッター9を透過した後、1/2波長板である位相板7（青色用単層或いは多層位相板）を透過して再び偏光方向を90°回転され、ほぼS偏光（P偏光混在）となった上で、合成偏光ビームスプリッター14に入射する。

【0014】なお位相板7は、例えば、単層型では、遅相軸がP又はS偏光面に対して45度を成す1/2波長板が用いられる。また2層型では、遅相軸がP又はS偏光面に対して22.5度を成す1/2波長板と、67.5度を成す1/2波長板が積層されたものが用いられる。また、3層型では、前記2層型に加えて、遅相軸がP又はS偏光面に対して0度を成す1/2波長板が積層されたものが用いられる。或いは、遅相軸がP又はS偏光面に対して15度を成す1/2波長板と、75度を成す1/2波長板と、15度を成す1/2波長板が積層されたものが用いられる。

【0015】また、第2の反射型液晶表示素子12を照明した緑色光Gは、ここで画素毎に変調される。そして、偏光方向を90°回転されてP偏光となったON光は、第2の偏光ビームスプリッター10を透過した後、1/2波長板である位相板8（緑色用単層或いは多層位相板）を透過して再び偏光方向を90°回転され、S偏光となった上で合成偏光ビームスプリッター14に入射する。

【0016】さらに、第3の反射型液晶表示素子13を照明した青色光Bは、ここで画素毎に変調される。そして、偏光方向を90°回転されてS偏光となったON光は、第1の偏光ビームスプリッター9で反射された後、1/2波長板である位相板7（上述の如く青色用単層或いは多層位相板）を透過して再び偏光方向を90°回転され、P偏光となった上で合成偏光ビームスプリッター14に入射する。

【0017】最後に、合成偏光ビームスプリッター14

で、赤色光R、緑色光G、及び青色光Bが合成され、後述する投影光学系へと射出する。この合成偏光ビームスプリッター14は、青色光Bに対してはP偏光を透過させ、S偏光を反射する偏光ビームスプリッターの特性と、緑色光G（S偏光）を反射し、赤色光R（S偏光）を透過させるダイクロイックミラーの特性を持つ。詳しくは後述する。故に、合成偏光ビームスプリッター14において、S偏光である赤色光R及びP偏光である青色光Bが透過し、S偏光である緑色光Gが反射され、3色が合成される。

【0018】ところで、上述したように、第1の偏光ビームスプリッター9と合成偏光ビームスプリッター14との間には、1/2波長板である位相板7が配置されている。なぜならば、第1の偏光ビームスプリッター9を透過する側の照明光である色光（本構成では青色光B）は、第3の反射型液晶表示素子13を経て第1の偏光ビームスプリッター9で反射され射出した段階では、完全にON光のみでなくOFF光（P偏光）の混ざった、コントラストが低い状態となっている。そこで、1/2波長板を通してこの色光の偏光方向を90°回転させた後、合成偏光ビームスプリッター14を透過させることで、OFF光をカットし、高コントラストとなる。

【0019】図2は、本発明のプロジェクション光学系の第1の実施形態を示す図である。本実施形態は、上述した基本的な構成に基づいている。同図において、光源15からの光はリフレクター16で反射、集光され、インテグレート及び偏光変換光学系に入射する。インテグレート及び偏光変換光学系は、第1のレンズアレイ17、折り曲げミラー18、第2のレンズアレイ19、PBSアレイ20、及び重ね合わせレンズ22よりなる。PBSアレイ20上には位相板21がストライプ状に配列されている。これら光源15及びリフレクター16と、インテグレート及び偏光変換光学系により、照明光学系を成している。

【0020】このインテグレート及び偏光変換光学系を経て射出した光は、上述した色分離・合成光学系を通過し、投影光学系28を経て図示しないスクリーンに投影される。なお、本実施形態では、偏光板5の直前に第1のコンデンサーレンズ23が、位相板6の直前に第2のコンデンサーレンズ24が、それぞれ配置されている。これについては後述する。また、それぞれ反射型液晶表示素子11、12、13の直前には、コントラスト補正用で各色専用の1/4波長板25、26、27が配置されている。

【0021】また同図において、画像投影に必要な正規光を実線の矢印で表し、不要光を破線の矢印で表している。同図に示すように、光源を出てインテグレート及び偏光変換光学系を通過した光は、主として、正規光でそれぞれS偏光である赤色光R、緑色光G、青色光B、

で構成され、部分的に、不要光でそれぞれP偏光である

(5)

7

赤色光 $R_p$ 、緑色光 $G_p$ 、青色光 $B_p$ が混在している。そして、これらが第1の色分離ミラー1に入射すると、正規光である赤色光 $R_s$ 、緑色光 $G_s$ 、及び不要光である赤色光 $R_p$ 、緑色光 $G_p$ がここを透過して折り曲げミラー4に向かい、正規光である青色光 $B_s$ 、及び不要光である青色光 $B_p$ がここで反射されて折り曲げミラー3に向かうこととなる。

【0022】図3は、本実施形態における色分離・合成光学系の主要部拡大図である。同図に示すように、上記折り曲げミラー4から第1のコンデンサーレンズ23を  
10 経てきた光の内、正規光である赤色光 $R_s$ 、及び緑色光 $G_s$ は偏光板5を透過する。そして、緑色光 $G_s$ は第2の色分離ミラー2を透過し、第2の偏光ビームスプリッター10へと向かう。また、赤色光 $R_s$ は第2の色分離ミラー2で反射され、第1の偏光ビームスプリッター9へと向かう。

【0023】また、上記折り曲げミラー3から第2のコンデンサーレンズ24を経た、正規光である青色光 $B_s$ が、位相板6を透過して青色光 $B_p$ に偏光変換され  
20 る。そして、正規光である青色光 $B_p$ は、第2の色分離ミラー2を透過し、第1の偏光ビームスプリッター9へと向かう。なお、青色光 $B_p$ は第2の色分離ミラー2で一部反射され、不要光として第2の偏光ビームスプリッター10へと向かう。

【0024】その他、正規光である赤色光 $R_s$ が第2の色分離ミラー2で反射される際に若干偏光が乱れ、不要光である赤色光 $R_p$ が発生する。また、正規光である緑色光 $G_s$ が第2の色分離ミラー2を透過する際に、若干偏光が乱れ、不要光である緑色光 $G_p$ が発生する。これ  
30 らの不要光を実質的にカットするために、第2の偏光ビームスプリッター10の直前にダイクロイック補正位相板29、第1の偏光ビームスプリッター9の直前にダイクロイック補正位相板30をそれぞれ配置している。

【0025】第1の偏光ビームスプリッター9に入射した、正規光である赤色光 $R_s$ は、ここで反射されて第1の反射型液晶表示素子11へと向かう。また、第1の偏光ビームスプリッター9に入射した、正規光である青色光 $B_p$ は、ここを透過して第3の反射型液晶表示素子13へと向かう。なお、青色光 $B_p$ は第1の偏光ビームス  
40 プリッター9で一部反射され、不要光として第1の反射型液晶表示素子11へと向かう。一方、第2の偏光ビームスプリッター10に入射した、正規光である緑色光 $G_s$ は、ここで反射されて第2の反射型液晶表示素子12へと向かう。

【0026】第1の反射型液晶表示素子11に入射した、正規光である赤色光 $R_s$ は、ここで画素毎に変調され、正規光である赤色光 $R_s$ （ON光）及び不要光である赤色光 $R_p$ （OFF光）として、第1の偏光ビームス  
プリッター9へと射出する。第1の反射型液晶表示素子11に入射した、不要光である青色光 $B_p$ も、同様にし

て第1の偏光ビームスプリッター9へと射出する。

【0027】また、第3の反射型液晶表示素子13に入射した、正規光である青色光 $B_p$ は、ここで画素毎に変調され、正規光である青色光 $B_s$ （ON光）及び不要光である青色光 $B_p$ （OFF光）として、第1の偏光ビームスプリッター9へと射出する。一方、第2の反射型液晶表示素子12に入射した、正規光である緑色光 $G_s$ は、ここで画素毎に変調され、正規光である緑色光 $G_s$ （ON光）及び不要光である緑色光 $G_p$ （OFF光）として、第2の偏光ビームスプリッター10へと射出する。第2の反射型液晶表示素子12に入射した、不要光である青色光 $B_p$ も、同様に第2の偏光ビームス  
プリッター10へと射出する。

【0028】第1の反射型液晶表示素子11から第1の偏光ビームスプリッター9に入射した光の内、不要光である赤色光 $R_p$ はここでカットされ、正規光である赤色光 $R_s$ 、及び不要光である青色光 $B_p$ のみここを透過して、合成偏光ビームスプリッター14へと向かう。また、第3の反射型液晶表示素子13から第1の偏光ビームス  
プリッター9に入射した、正規光である青色光 $B_s$ 、及び不要光である青色光 $B_p$ は、ここで反射されて合成偏光ビームスプリッター14へと向かう。一方、第2の反射型液晶表示素子12から第2の偏光ビームスプリッター10に入射した光の内、不要光である緑色光 $G_p$ はここで  
カットされ、正規光である緑色光 $G_s$ 、及び不要光である青色光 $B_p$ のみここを透過して、合成偏光ビームスプリッター14へと向かう。

【0029】第1の偏光ビームスプリッター9からの正規光である赤色光 $R_s$ 、青色光 $B_s$ 、及び不要光である青色光 $B_p$ は、位相板7を透過して偏光変換され、それぞれ正規光である赤色光 $R_s$ 、青色光 $B_p$ 、及び不要光である青色光 $B_p$ として、合成偏光ビームスプリッター14  
に入射する。一方、第2の偏光ビームスプリッター10からの正規光である緑色光 $G_s$ は、位相板8を透過して偏光変換され、正規光である緑色光 $G_s$ として、合成偏光ビームスプリッター14に入射する。最後に、合成偏光ビームスプリッター14に入射した光の内、不要光である赤色光 $R_p$ 、青色光 $B_p$ はここでカットされ、正規光である赤色光 $R_s$ 、青色光 $B_p$ はここを透過し、正規光である緑色光  
50  $G_s$ はここで反射され、これら3色が合成されて、投影光学系28へと射出する。

【0030】ところで、本実施形態では、第1の偏光ビームスプリッター9は、赤色光 $R$ の波長域に対しては、S偏光の平均透過率を0.3%以下とし、青色光 $B$ の波長域に対しては、S偏光の平均透過率を0.3%～2%としている。或いは、第2の偏光ビームスプリッター10は、緑色光 $G$ の波長域に対しては、S偏光の平均透過率を0.3%以下、好ましくは0.1%以下とし、青色光 $B$ の波長域に対しては、S偏光の平均透過率を0.1%～10%好ましくは0.3%～10%としている。



(6)

9

【0031】通常、高コントラストの偏光ビームスプリッターは、S偏光の平均透過率が、0.3%以下と大変低くなっている。ところが、S偏光の透過率を下げるほど、P偏光の透過率も低下し、不必要な反射が発生する。具体的には、Fナンバーにより広がる光束を考慮すると、S偏光の平均透過率を0.3%以下とした場合、P偏光の透過率は80~90%程度となる。

【0032】本実施形態では、青色光Bに関して、照明光については偏光変換により或る程度偏光が整えられており、更に第1の偏光ビームスプリッター9を透過させるので、S偏光をカットする割合は低くても良く、P偏光の透過率が高い方が良い。さらに、投影光路においては、第1の偏光ビームスプリッター9でS偏光を反射し、合成偏光ビームスプリッター14でP偏光を透過させるが、第1の偏光ビームスプリッター9でS偏光を反射する際に、或る程度コントラストを上げるためには、P偏光の反射率を低くする（即ち透過率を高くする）ほうが良い。

【0033】従って、第1の偏光ビームスプリッター9は、赤色光Rと青色光Bのそれぞれの波長域に対して、S偏光の透過率を異なるものとしている。即ち、赤色光Rの波長域に対しては、S偏光の平均透過率を通常の高コントラストのPBS特性とし、青色光Bの波長域に対しては、P偏光の透過率を高く（即ち反射率を低く）するため、S偏光の平均透過率を通常より高めの0.3%~2%としている。

【0034】一方、第2の偏光ビームスプリッター10においては、正規光としては緑色光Gしか通過しないが、偏光方向が異なる青色光Bの一部が混ざった場合、コントラストが低下する。そこで、青色光Bが第2の反射型液晶表示素子12に到らないようにするため、青色光Bの波長域に対しては、P偏光の反射率を低く（即ち青色光Bに対するS偏光の透過率を低く）し、緑色光Gに関して通常の高コントラストのPBS特性となるようにしている。

【0035】図4はその第1或いは第2の偏光ビームスプリッターの特性を示すグラフであり、横軸に波長（単位nm）をとり、縦軸に透過率をとっている。同図において、曲線aは45°入射のP偏光に対する特性を示すグラフであり、曲線bは40°入射のP偏光に対する特性を示すグラフである。そして、曲線cは45°入射のS偏光に対する特性を示すグラフであり、曲線dは40°入射のS偏光に対する特性を示すグラフである。また、以下の表1に膜構成を示す。同表において、左側の列の数字は積層された膜の番号、中央のNiは各膜の屈折率、右側の列の数字は各膜の光学膜厚（基準波長λ<sub>0</sub>=660nm）をそれぞれ示している。

【0036】

【表1】

	Ni	光学膜厚
28	1.62	
27	1.62	0.125
26	2.05	0.15
25	1.385	0.3
24	2.05	0.3
23	1.385	0.3
22	2.05	0.3
21	1.385	0.3
20	2.05	0.3
21	1.46	0.3
20	2.05	0.3
19	1.385	0.3
18	2.05	0.3
17	1.385	0.3
16	2.05	0.3
15	1.385	0.3
14	2.05	0.25
13	1.385	0.2
12	2.05	0.2
11	1.385	0.2
10	2.05	0.2
9	1.46	0.2
8	2.05	0.2
7	1.385	0.2
2	2.05	0.1
1	1.62	0.125
0	1.62	

【0037】本構成の偏光ビームスプリッターは、通常の偏光ビームスプリッターと同様に、膜構成としてMacN eileの条件に近いHi-Index、Lo-Indexの層を1/4波長厚ずつ交互にスタックしている。さらに、基準波長の異なる赤色光R或いは緑色光Gの波長域用のスタックと、青色光Bの波長域用のスタックの2種類を重ね合わせ、赤色光R或いは緑色光Gの波長域用のスタックの層数が、青色光Bの波長域用のスタックの層数の1.2倍以上となるようにしている。

【0038】また、本実施形態において、赤色光Rは青色光Bと合成され、緑色光Gはこれらとは分離されて単独で第2の偏光ビームスプリッター10に入射するが、ここに緑色光Gとは偏光方向の異なる青色光Bが少しでも混ざると、コントラストが低下する。そこで、これをカットするため、第2の偏光ビームスプリッター10の直前に、青色光Bをカットするトリミングフィルターを配置している。これは、図3に示したダイクロイック補正位相板29と同様の位置となっている。或いは、第2の偏光ビームスプリッター10から光が射出する直後の位置としても良い。なお、このような構成は、上述した、第2の偏光ビームスプリッター10において、青色光Bの波長域に対してP偏光の反射率を低くする構成の代わりに実施される。

【0039】また、前記と同じ理由により、第2の偏光ビームスプリッター10の直前に、緑色光Gの偏光を透過させる偏光板を配置しても良い。これも、図3に示したダイクロイック補正位相板29と同様の位置で良い。

青色光Bは緑色光Gと偏光方向が異なるため、この偏光板により、青色光Bをカットして、緑色光Gと混ざらないようにすることができる。

【0040】また、本実施形態では、第1の反射型液晶表示素子11の直前に、緑色光Gをカットするトリミングフィルターを挿入している。これは、図2或いは図3に示した1/4波長板25と同様の位置となっている。図5はそのトリミングフィルターの特性を示すグラフであり、横軸に波長(単位nm)をとり、縦軸に透過率をとっている。同図において、実線は1回通過に対する特性を示すグラフであり、破線は2回通過に対する特性を示すグラフである。

【0041】同図に示すように、このトリミングフィルターはいわゆるシャープカット性が緩く、透過率10%から90%までの波長幅が25nm以上ある。通常のトリミングフィルターは、シャープに波長カットを行うため、透過率10%から90%までの波長幅が20nm以下となっているが、本実施形態では、第1の反射型液晶表示素子11の直前の、赤色光Rが照明時及び投影時の2回通過するところに、シャープカット性が緩いトリミングフィルターを配置している。このように、シャープカット性を緩くすることにより、2回の通過で適当なシャープカット性になり、このフィルターを透過する時のロスも少なくなる。

【0042】また、以下の表2に膜構成を示す。同表において、左側の列の数字は積層された膜の番号、中央のNiは各膜の屈折率、右側の列の数字は各膜の光学膜厚(基準波長 $\lambda_0 = 490\text{nm}$ )をそれぞれ示している。

【0043】

【表2】

	Ni	光学膜厚
22	1	
21	2.3	0.09
20	1.385	0.27
19	2.3	0.27
18	1.47	0.23
17	2.3	0.25
16	1.47	0.25
15	2.3	0.25
14	1.47	0.25
9	2.3	0.25
14	1.47	0.25
9	2.3	0.25
8	1.47	0.25
5	2.3	0.25
4	1.47	0.23
3	2.3	0.23
2	1.385	0.23
1	2.3	0.1
0	1.52	

【0044】また、本実施形態では、合成偏光ビームスプリッター14において、S偏光に対して赤色光Rは透過させ、緑色光Gは反射するダイクロイック特性と、青

色光Bに対してP偏光は透過させ、S偏光は完全反射するPBS特性を持たせている。これにより、上述したように、合成偏光ビームスプリッター14において、S偏光である赤色光R及びP偏光である青色光Bが透過し、S偏光である緑色光Gが反射され、3色が合成される。

【0045】図6はその合成偏光ビームスプリッター14の特性を示すグラフであり、横軸に波長(単位nm)をとり、縦軸に透過率をとっている。同図において、曲線aは45°入射のS偏光に対する特性を示すグラフであり、曲線bは同じく45°入射のP偏光に対する特性を示すグラフである。また、以下の表3に膜構成を示す。同表において、左側の列の数字は積層された膜の番号、中央のNiは各膜の屈折率、右側の列の数字は各膜の光学膜厚(基準波長 $\lambda_0 = 649\text{nm}$ )をそれぞれ示している。

【0046】

【表3】

	Ni	光学膜厚
22	1.62	
21	2.05	0.0273
20	1.385	0.18
19	2.05	0.0818
18	1.385	0.6435
17	2.05	0.0468
16	1.385	0.2968
15	2.05	0.3753
14	1.385	0.111
13	2.05	0.25
12	1.385	0.25
11	2.05	0.25
12	1.46	0.25
11	2.05	0.25
12	1.385	0.25
11	2.05	0.25
10	1.385	0.25
9	2.05	0.25
8	1.385	0.25
7	2.05	0.25
6	1.385	0.1035
5	2.05	0.963
4	1.385	0.2588
3	2.05	0.1225
2	1.385	0.1378
1	2.05	0.5175
0	1.62	

【0047】通常の偏光ビームスプリッターは、膜構成としてMacNeileの条件に近いHi-Index、Lo-Indexの層を1/4波長厚ずつ交互にスタックするが、本実施形態ではダイクロイック特性を持たせるため、両端の数層は1/4波長厚からずらした構成とし、薄い層で1/8波長、厚い層で1/2波長を超える層を含んだ構成として

いる。通常の偏光ビームスプリッターでは、PBS特性を有する帯域外（本件では赤色光R域）においてはリップルが発生するため、フラットで高いS偏光透過率が得られないが、本構成ではそれを達成している。

【0048】また、本実施形態では、上記図2に示したように、第1の色分離ミラー1と第2の色分離ミラー2との間の光路中に、第1のコンデンサーレンズ23及び第2のコンデンサーレンズ24を配置している。このような構成とすることで、各コンデンサーレンズ及び上記重ね合わせレンズ22を小型にすることができる。なお、これらのコンデンサーレンズは、反射型液晶表示素子をほぼテレセントリックで照明するためのものである。

【0049】仮に、このようなコンデンサーレンズを各偏光ビームスプリッターの入口に配置した場合は、重ね合わせレンズからコンデンサーレンズまでの光路中に、第1、第2の色分離ミラーが配置されるので、光路が長くなる。このとき、重ね合わせレンズや第1、第2レンズアレイが非常に大きくなるので望ましくない。また、コンデンサーレンズを重ね合わせレンズから第1の色分離ミラーまでの光路中に配置した場合は、3色が混在している位置であるため、コンデンサーレンズが1枚で済むというメリットはあるが、コンデンサーレンズから反射型液晶表示素子間での距離が長くなり、コンデンサーレンズが非常に大きくなるので望ましくない。

【0050】その他、本実施形態では、全ての偏光ビームスプリッターをガラス材同士で接着する構成としている。図7は、偏光ビームスプリッターの接着構成を模式的に示す側面図である。ここでは同図に示すように、第1の偏光ビームスプリッター9或いは第2の偏光ビームスプリッター10と、合成偏光ビームスプリッター14とが互いに向き合う面の一方に、位相板7或いは位相板8を貼付している。そして、光束が通過しない偏光ビームスプリッターの領域に、例えば四角柱状のガラスブロック32で両端を支える状態（ブリッジ状）にして、第1の偏光ビームスプリッター9或いは第2の偏光ビームスプリッター10と、合成偏光ビームスプリッター14とを接着、固定する構成としている。

【0051】さらに、第1の偏光ビームスプリッター9に対して反射型液晶表示素子11を取り付ける際は、例えば第1の偏光ビームスプリッター9側に設けたし字アングル状のブラケット33と、反射型液晶表示素子11側に設けたベース板34とを、ピン35を介して連結し、位置決め調整後接着する構成としている。これは、第2の偏光ビームスプリッター10に対して反射型液晶表示素子12を取り付ける際も同様である。このようにして、各偏光ビームスプリッター及び各反射型液晶表示素子を一体化している。

【0052】ここで、ガラス材よりなる偏光ビームスプリッター同士の間、樹脂フィルムよりなる位相板を配

置する場合、例えばガラス-樹脂フィルム-ガラスを直接接着すると、線膨張係数の違いや放熱の問題により、信頼性が低くなる。そこで、上記のような構成とすることにより、組立後のコンバージェンスずれ等を防止し、信頼性を高めることができる。また、偏光ビームスプリッター同士の隙間にファン等で風を通してやることにより、熱に弱い樹脂フィルムである位相板を冷却することもできる。なお、図8は上記偏光ビームスプリッターの接着構成の一部分を示す斜視図である。

【0053】図9は、偏光ビームスプリッター及びその付近の構成を示す平面図である。同図に示すように、本実施形態では、合成偏光ビームスプリッター14に、そのコーナーであって第2の色分離ミラー2と相対する部分をカットした、カット部14aを設けている。これにより、第2の色分離ミラー2の保持が容易となり、また各偏光ビームスプリッターをできるだけ小さくしてレンズバックを短くすることができる。

【0054】また、本実施形態では、第1の偏光ビームスプリッター9及び第2の偏光ビームスプリッター10には、光弾性比率 $1.0 \times 10^{-12}$  (1/Pa) 以下のガラスを用い、合成偏光ビームスプリッター14には光弾性比率 $1.0 \times 10^{-12}$  (1/Pa) 以上のガラスを用いる構成としている。

【0055】第1の偏光ビームスプリッター9及び第2の偏光ビームスプリッター10は、赤色光R及び緑色光Gの投影光中のOFF光、即ちS偏光の不要光をほぼカットし、青色光Bの投影光中のOFF光、即ちP偏光の不要光を概ねカットする働きをしている。これらの偏光ビームスプリッターのガラス材に光弾性比率の高いものを用いると、ガラス内を光束が通過する際に偏光の乱れが生じ、不要光が投影側に洩れるため、ここでは上述したような低光弾性のガラス材を用いることが望ましい。

【0056】一方、合成偏光ビームスプリッター14は、第1の偏光ビームスプリッター9から洩れた青色光Bの投影光中のOFF光、即ち位相板7によりP偏光からS偏光となった不要光をカットする役割を持つ。ただ、事前に第1の偏光ビームスプリッター9でOFF光が概ねカットされているので、合成偏光ビームスプリッター14内で少々の偏光乱れが生じて、コントラストは劣化しない。従って、合成偏光ビームスプリッター14には、上述したように、低光弾性ではないガラス材を用いて、より低コストとすることが望ましい。

【0057】図10は、本発明のプロジェクション光学系に係る色分離・合成光学系の基本的な他の構成を模式的に示す図である。同図(a)は全体の構成を示しており、同図(b)は色分離ミラーの詳細な構成を示している。本構成は、色分離を一つのミラーで行うものである。同図において、実線の矢印はP偏光を示しており、偏光方向は紙面に沿っている。また、破線の矢印はS偏光を示しており、偏光方向は紙面に垂直である。さら

に、一点鎖線の矢印はP偏光とS偏光の混在を示している。

【0058】まず、図示しない光源からの光は、後述するインテグレータと偏光変換光学系により、均一な強度分布を持つS偏光に揃えられ、同図(a)に示すように、図の下方より偏光板5を透過して偏光方向を完全に揃えられた上で、色分離ミラー40に入射する。ここで、色分離ミラー40は、同図(b)に示すように、表面より順に、Red反射ダイクロイックミラー40a、1/4波長板40b、Blue反射ダイクロイックミラー40c、1/4波長板40dが積層して構成されている。

【0059】ここでは赤色光RはRed反射ダイクロイックミラー40aで反射される。また、青色光BはBlue反射ダイクロイックミラー40cで反射される。このとき、青色光Bは入射時と反射時の計2回、1/4波長板40bを透過するので、1/2波長板を透過したことと同等となり、S偏光であったものが偏光方向を90°回転され、P偏光に変換される。一方、緑色光Gは色分離ミラー40を透過する。このとき、緑色光Gが1/4波長板40bを透過することにより、その偏光方向が回転するが、これを1/4波長板40dによりキャンセルしている。

【0060】色分離ミラー40で反射された赤色光R及び青色光Bは、第1の偏光ビームスプリッター9に入射する。ここで、赤色光RはS偏光であるため、第1の偏光ビームスプリッター9で反射されて第1の反射型液晶表示素子11を照明する。また、青色光BはP偏光であるため、第1の偏光ビームスプリッター9を透過して第3の反射型液晶表示素子13を照明する。一方、色分離ミラー40を透過した緑色光Gは、第2の偏光ビームスプリッター10に入射する。ここで、緑色光GはS偏光であるため、第2の偏光ビームスプリッター10で反射されて第2の反射型液晶表示素子12を照明する。以下、上記図1で説明した構成と同様である。

【0061】図11は、本発明のプロジェクション光学系の第2の実施形態を示す図である。本実施形態は、上述した基本的な他の構成に基づいている。同図において、光源15からの光はリフレクター16で反射、集光され、インテグレータ及び偏光変換光学系に入射する。インテグレータ及び偏光変換光学系は、第1のレンズアレイ17、第2のレンズアレイ19、PBSアレイ20、及び重ね合わせレンズ22よりなる。これら光源15及びリフレクター16と、インテグレータ及び偏光変換光学系により、照明光学系を成している。

【0062】このインテグレータ及び偏光変換光学系を経て射出した光は、折り返しミラー3、4で反射され、上述した色分離・合成光学系を通過し、投影光学系28を経て図示しないスクリーンに投影される。なお、本実施形態では、偏光板5の直前にコンデンサーレンズ41が配置されている。これは、上記第1の実施形態にお

る場合と同様の理由による。また、それぞれ反射型液晶表示素子11、12、13の直前には、コントラスト補正用で各色専用の1/4波長板25、26、27が配置されている。

【0063】また同図において、画像投影に必要な正規光を実線の矢印で表し、不要光を破線の矢印で表している。同図に示すように、光源を出てインテグレータ及び偏光変換光学系を通過した光は、主として、正規光でそれぞれS偏光である赤色光R<sub>s</sub>、緑色光G<sub>s</sub>、青色光B<sub>s</sub>で構成されている。そして、これらが偏光板5を経て色分離ミラー40に入射すると、赤色光R<sub>s</sub>及び青色光B<sub>s</sub>はここで反射されて、更に青色光B<sub>s</sub>はB<sub>p</sub>に変換された上で、第1の偏光ビームスプリッター9に向かい、緑色光G<sub>s</sub>はここを透過して第2の偏光ビームスプリッター10に向かうこととなる。以下、上記第1の実施形態の図3で説明した構成と同様である。

【0064】なお、上述した各実施形態では、赤色光Rと青色光Rを入れ替えた構成としても良い。その他、各反射型液晶表示素子の前に配置した、コントラスト補正用位相板(1/4波長板)は、ガラス板に貼り付け回転させることでコントラストを補正する。基本的には、遅相軸をP偏光面或いはS偏光面に一致させるが、組立誤差によるコントラスト低下をこの位相板で補正する。

【0065】また、超高解像度の反射型液晶表示素子を使う場合、投影レンズにおけるR、G、B各色の倍率色収差による色ずれが問題になる。そこで、コントラスト補正用位相板を貼り付けたガラス板を、R、G、Bで各々異なる若干のパワーを有する緩いレンズとすることで、R、G、B各色の倍率色収差を少なくすることができ

【0066】また、広角系の投影レンズでは、赤色光R、青色光Bの倍率色収差は少ないが、緑色光Gに対する赤色光R、青色光Bの倍率色収差が大きい。そこで、第1の偏光ビームスプリッターと合成偏光ビームスプリッターの間の偏光面反転用位相板、或いは第2の偏光ビームスプリッターと合成偏光ビームスプリッターの間の偏光面反転用位相板や偏光板をガラス板上に保持し、保持するガラス板に極めて緩い曲率を付けることで、緑色光Gに対する赤色光R、青色光Bの倍率色収差を補正することもできる。

【0067】もちろん、偏光ビームスプリッターの入射出面を極めて緩い曲面としても良い。このような、倍率色収差補正のための曲率半径は、1000mm〜数万mmオーダーの、極めて緩いものである。

【0068】また、上述した具体的実施形態には、以下の構成を有する発明が含まれている。

(1) はば偏光された照明光について、第1の波長域の光及び第2の波長域の光と、第3の波長域の光の、一方を反射し他方を透過させて分離する第1の色分離ミラーと、前記第1の波長域の光及び第2の波長域の光、或い

は前記第3の波長域の光を透過させて偏光方向を回転させる1/2波長板と、前記第1の波長域の光を反射し或いは透過させ、前記第2の波長域の光及び第3の波長域の光を透過させ或いは反射して、該第1の波長域の光と第3の波長域の光とを合成し、且つ該第2の波長域の光を分離する第2の色分離ミラーと、前記第1の波長域の光及び第3の波長域の光が照明光として入射する第1の偏光ビームスプリッターと、前記第2の波長域の光が照明光として入射する第2の偏光ビームスプリッターと、を有し、前記第1の偏光ビームスプリッターは、前記第1及び第3の波長域の照明光のうち、一方を反射して他方を透過させ、それぞれ第1及び第3の反射型液晶表示素子を照明し、前記第2の偏光ビームスプリッターは、前記第2の波長域の照明光を反射或いは透過させ、第2の反射型液晶表示素子を照明するプロジェクション光学系であって、前記第1及び第3の反射型液晶表示素子からの投影光と前記第2の反射型液晶表示素子からの投影光を合成する合成偏光ビームスプリッターを備えたプロジェクション光学系において、前記第1の偏光ビームスプリッターは、照明光が該第1の偏光ビームスプリッターで反射された波長域に対してS偏光の平均透過率が0.3%以下、照明光が該第1の偏光ビームスプリッターを透過した波長域に対してS偏光の平均透過率が0.3%~2%であり、或いは、前記第2の偏光ビームスプリッターは、前記第2の波長域の光に対してS偏光の平均透過率が0.3%以下、前記第1或いは第3の波長域の光に対してS偏光の平均透過率が0.1%~10%であることを特徴とするプロジェクション光学系。

(2) ほぼ偏光された照明光について、第1の波長域の光及び第2の波長域の光と、第3の波長域の光の、一方を反射し他方を透過させて分離する第1の色分離ミラーと、前記第1の波長域の光及び第2の波長域の光、或いは前記第3の波長域の光を透過させて偏光方向を回転させる1/2波長板と、前記第1の波長域の光を反射し或いは透過させ、前記第2の波長域の光及び第3の波長域の光を透過させ或いは反射して、該第1の波長域の光と第3の波長域の光とを合成し、且つ該第2の波長域の光を分離する第2の色分離ミラーと、前記第1の波長域の光及び第3の波長域の光が照明光として入射する第1の偏光ビームスプリッターと、前記第2の波長域の光が照明光として入射する第2の偏光ビームスプリッターと、を有し、前記第1の偏光ビームスプリッターは、前記第1及び第3の波長域の照明光のうち、一方を反射して他方を透過させ、それぞれ第1及び第3の反射型液晶表示素子を照明し、前記第2の偏光ビームスプリッターは、前記第2の波長域の照明光を反射或いは透過させ、第2の反射型液晶表示素子を照明するプロジェクション光学系であって、前記第1及び第3の反射型液晶表示素子からの投影光と前記第2の反射型液晶表示素子からの投影光を合成する合成偏光ビームスプリッターを備えたプロ

ジェクション光学系において、前記第2の波長域の光が前記第2の偏光ビームスプリッターに入射する直前の位置に、前記第1或いは第3の波長域の光をカットするトリミングフィルターを配置したことを特徴とするプロジェクション光学系。

(3) 前記第1或いは第3の反射型液晶表示素子の直前の位置に、前記第2の波長域の光をカットするトリミングフィルターを配置したことを特徴とする前記(1)又は(2)に記載のプロジェクション光学系。

(4) 前記各偏光ビームスプリッターを、ガラス材を介して接着する構成としたことを特徴とする前記(1)~(3)のいずれかに記載のプロジェクション光学系。

(5) 前記第2の波長域の光が前記第2の偏光ビームスプリッターに入射する直前の位置に、該第2の波長域の偏光を透過させる偏光板を配置したことを特徴とする前記(1)~(4)のいずれかに記載のプロジェクション光学系。

(6) 前記合成偏光ビームスプリッターは、前記第1の波長域の光は透過させ、前記第2の波長域の光を反射するダイクロイック特性と、前記第3の波長域の光に対してP偏光は透過させ、S偏光は完全反射するPBS特性とを備えたことを特徴とする前記(1)~(5)のいずれかに記載のプロジェクション光学系。

(7) 前記第1の色分離ミラーと第2の色分離ミラーとの間の光路中に、前記反射型液晶表示素子を略テレセントリックで照明するためのコンデンサーレンズを配置したことを特徴とする前記(1)~(6)のいずれかに記載のプロジェクション光学系。

(8) 前記合成偏光ビームスプリッターに、その角部であって前記第2の色分離ミラーと相対する部分をカットしたカット部を設けたことを特徴とする前記(1)~(7)のいずれかに記載のプロジェクション光学系。

(9) 前記第1及び第2の偏光ビームスプリッターに、光弾性比率 $1.0 \times 10^{-12}$  (1/Pa)以下のガラス材を用い、前記合成偏光ビームスプリッターに、光弾性比率 $1.0 \times 10^{-12}$  (1/Pa)以上のガラス材を用いたことを特徴とする前記(1)~(8)のいずれかに記載のプロジェクション光学系。

(10) ほぼ偏光された照明光について、第1の波長域の光及び第3の波長域の光と、第2の波長域の光の、一方を反射し他方を透過させて分離するとともに、前記第1の波長域の光及び第2の波長域の光、或いは前記第3の波長域の光の偏光方向を回転させる色分離ミラーと、前記第1の波長域の光及び第3の波長域の光が照明光として入射する第1の偏光ビームスプリッターと、前記第2の波長域の光が照明光として入射する第2の偏光ビームスプリッターと、を有し、前記第1の偏光ビームスプリッターは、前記第1及び第3の波長域の照明光のうち、一方を反射して他方を透過させ、それぞれ第1及び第3の反射型液晶表示素子を照明し、前記第2の偏光ビ

ームスプリッターは、前記第2の波長域の照明光を反射或いは透過させ、第2の反射型液晶表示素子を照明するプロジェクション光学系であって、前記第1及び第3の反射型液晶表示素子からの投影光と前記第2の反射型液晶表示素子からの投影光を合成する合成偏光ビームスプリッターを備えたことを特徴とするプロジェクション光学系。

【0069】また、特許請求の範囲で言う第1の波長域の光、第2の波長域の光、及び第3の波長域の光は、実施形態におけるそれぞれ赤色光R、緑色光G、及び青色光Bに対応している。

【0070】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、基本的な構成は従来と同様でありながら、よりコントラストが高く美しい画像を得ることができ、しかもコンパクトで効率の良いプロジェクション光学系を低コストで提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のプロジェクション光学系に係る色分離・合成光学系の基本的な構成を模式的に示す図。

【図2】本発明のプロジェクション光学系の第1の実施形態を示す図。

【図3】本実施形態における色分離・合成光学系の主要部拡大図。

【図4】第1或いは第2の偏光ビームスプリッターの特性を示すグラフ。

【図5】トリミングフィルターの特性を示すグラフ。

【図6】合成偏光ビームスプリッターの特性を示すグラフ。

【図7】偏光ビームスプリッターの接着構成を模式的に示す側面図。

【図8】偏光ビームスプリッターの接着構成の一部分を示す斜視図。

【図9】偏光ビームスプリッター及びその付近の構成を示す平面図。

【図10】本発明のプロジェクション光学系に係る色分\*

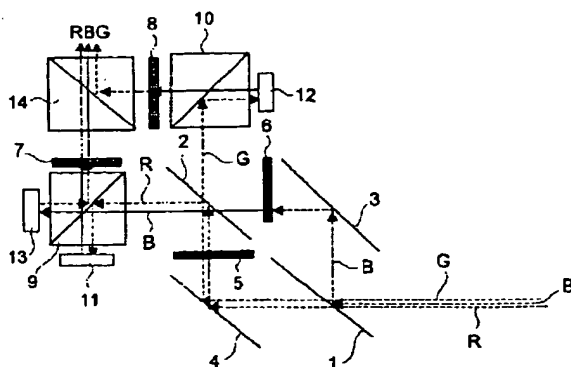
\* 離・合成光学系の基本的な他の構成を模式的に示す図。

【図11】本発明のプロジェクション光学系の第2の実施形態を示す図。

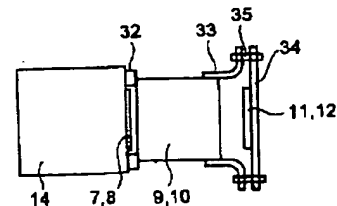
【符号の説明】

- 1 第1の色分離ミラー
- 2 第2の色分離ミラー
- 3, 4 折り曲げミラー
- 5 偏光板
- 6, 7, 8 位相板
- 9 第1の偏光ビームスプリッター
- 10 第2の偏光ビームスプリッター
- 11 第1の反射型液晶表示素子
- 12 第2の反射型液晶表示素子
- 13 第3の反射型液晶表示素子
- 14 合成偏光ビームスプリッター
- 15 光源
- 16 リフレクター
- 17 第1のレンズアレイ
- 18 折り曲げミラー
- 19 第2のレンズアレイ
- 20 PBSアレイ
- 21 位相板
- 22 重ね合わせレンズ
- 23 第1のコンデンサーレンズ
- 24 第2のコンデンサーレンズ
- 25, 26, 27 1/4波長板
- 28 投影光学系
- 29 ダイクロイック補正位相板
- 30 ダイクロイック補正位相板
- 32 ガラスブロック
- 33 ブラケット
- 34 ベース板
- 35 ビン
- 40 色分離ミラー
- 41 コンデンサーレンズ

【図1】

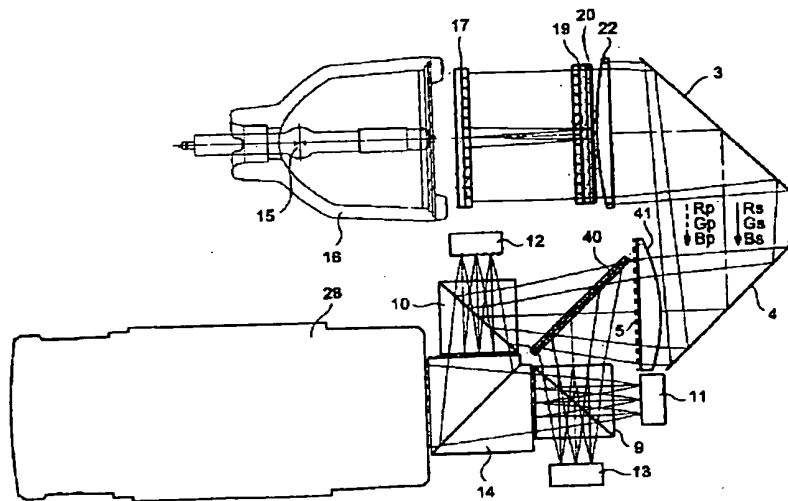


【図7】





【図11】



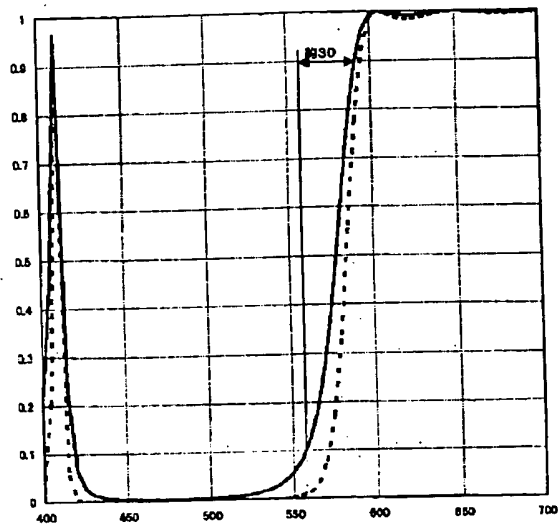
フロントページの続き

(72)発明者 田口 智一  
 大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪  
 国際ビル ミノルタ株式会社内

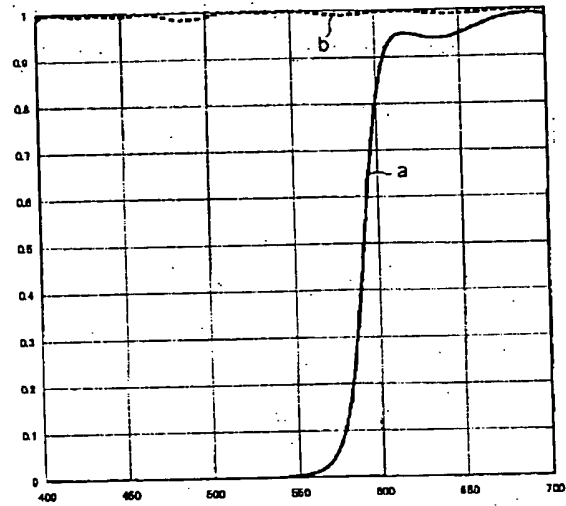
Fターム(参考) 2H088 EA14 EA15 EA16 HA13 HA15  
 HA18 HA20 HA21 HA28 MA02  
 2H091 FA01X FA10X FA11X FA14X  
 FA15X FA41X FD06 FD14  
 LA11 LA12 LA17



【図5】

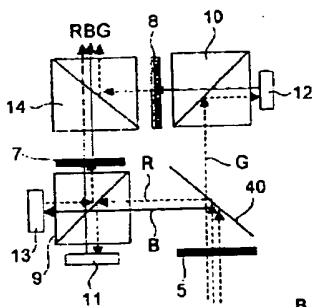


【図6】



【図10】

(a)



(b)

